Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/institutionsdeph00duch

INSTITUTIONS
DE
PHYSIQUE.

INSTITUTIONS
DE
PHYSIQUE.

A PARIS,
Chez PRAULT fils, Quai de Conty, vis-à-vis la descente du Pont-Neuf, à la Charité.

M. DCC. XL.
Avec Approbation & Privilége du Roi.

AVERTISSEMENT

DU LIBRAIRE.

CE premier Tome des *Institutions de Physique* étoit prêt à être imprimé dès le 18. Septembre 1738. comme il paroît par l'Approbation, & l'Impression en fut même commencée dans ce temps-là ; mais l'Auteur ayant voulu y faire quelques changemens, me la fit suspendre ; ces changemens avoient pour objet la Métaphysique de M. de Leibnits, dont on trouvera une Exposition abrégée au commencement de ce Volume. *

TABLE DES CHAPITRES,

Contenus en ce Volume.

AVANT-PROPOS. pag. 1.

CHAP. I. *Des Principes de nos Connoiſſances.* 15.

CHAP. II. *De l'Exiſtence de Dieu.* 38.

CHAP. III. *De l'Eſſence, des Attributs & des Modes.* 54.

CHAP. IV. *Des Hipotheſes.* 74.

CHAP. V. *De l'Eſpace.* 90

CHAP. VI. *Du Tems.* 113.

CHAP. VII. *Des Elemens de la Matiére.* 144.

CHAP. VIII. *De la Nature des Corps.* 152.

CHAP. IX. *De la Diviſibilité & Subtilité de la Matiére.* 179.

CHAP. X. *De la Figure & de la Poroſité des Corps.* 200.

CHAP. XI. *De Mouvement, & du Repos en général, & du Mouvement ſimple.* 215.

CHAP. XII. *Du Mouvement compoſé.* 243.

CHAP. XIII. *De la Peſanteur.* 255.

CHAP. XIV. *Suite des Phénomenes de la Peſanteur.* 273.

CHAP.

CHAP. XV. *Des Découvertes de M. Newton sur la Pesanteur.* 288.
CHAP. XVI. *De l'Attraction Newtonienne.* 315.
CHAP. XVII. *Du Repos, & de la Chute des Corps sur un plan incliné.* 335.
CHAP. XVIII. *De l'Oscillation des Pendules.* 354.
CHAP. XIX. *Du Mouvement des Projectiles.* 387.
CHAP. XX. *Des Forces Mortes, ou Forces Pressantes, & de l'Equilibre des Puissances.* 398.
CHAP. XXI. *De la Force des Corps.* 412.

INSTITUTIONS

INSTITUTIONS DE PHYSIQUE.

AVANT-PROPOS.

I.

J'Ai toujours penſé que le devoir le plus ſacré des Hommes étoit de donner à leurs Enfans une éducation qui les empêchât dans un âge plus avancé de regreter leur jeuneſſe, qui eſt le ſeul temps où

l'on puisse véritablement s'instruire ; vous êtes, mon cher fils, dans cet âge heureux où l'esprit commence à penser, & dans lequel le cœur n'a pas encore des passions assez vives pour le troubler.

C'est peut-être à présent le seul tems de votre vie que vous pourrez donner à l'étude de la nature, bientôt les passions & les plaisirs de votre âge emporteront tous vos momens; & lorsque cette fougue de la jeunesse sera passée, & que vous aurez payé à l'ivresse du monde le tribut de votre âge & de votre état, l'ambition s'emparera de votre ame; & quand même dans cet âge plus avancé, & qui souvent n'en est pas plus mûr, vous voudriez vous appliquer à l'Etude des véritables Sciences, votre esprit n'ayant plus alors cette flexibilité qui est le partage des beaux ans, il vous faudroit acheter par une Etude pénible ce que vous pouvez apprendre aujourd'hui avec une extrême facilité. Je veux donc vous faire mettre à profit l'aurore de votre raison, & tâcher de vous garantir de l'ignorance qui n'est encore que trop commune parmi les gens de votre rang, & qui est toujours un défaut de plus, & un mérite de moins.

Il faut accoutumer de bonne heure votre esprit à penser, & à pouvoir se suffire à lui-même, vous sentirez dans tous les tems de votre vie quelles ressources & quelles consolations on trouve dans l'Etude, & vous verrez qu'elle peut même fournir des agrémens, & des plaisirs.

II.

II.

L'étude de la Physique, paroît faite pour l'Homme, elle roule sur les choses qui nous environnent sans cesse, & desquelles nos plaisirs & nos besoins dépendent : je tâcherai, dans cet Ouvrage, de mettre cette Science à votre portée, & de la dégager de cet art admirable, qu'on nomme Algébre, lequel séparant les choses des images, se dérobe aux sens, & ne parle qu'à l'entendement : vous n'êtes pas encore à portée d'entendre cette Langue, qui paroît plûtôt celle des Intelligences que des Hommes, elle est reservée pour faire l'étude des années de votre vie qui suivront celles où vous êtes ; mais la vérité peut emprunter différentes formes, & je tâcherai de lui donner ici celle qui peut convenir à votre âge, & de ne vous parler que des choses qui peuvent se comprendre avec le seul secours de la Géometrie commune que vous avez étudiée.

Utilité de la Géométrie.

Ne cessez jamais, mon fils, de cultiver cette Science que vous avez apprise dès votre plus tendre jeunesse ; on se flatteroit en vain sans son secours de faire de grands progrès dans l'étude de la Nature, elle est la clef de toutes les découvertes ; & s'il y a encore plusieurs choses inexpliquables en Physique, c'est qu'on ne s'est point assez appliqué à les rechercher par la Géométrie, & qu'on n'a peut-être pas encore été assez loin dans cette Science.

III.

Je me suis souvent étonné que tant d'habiles gens que la France possède ne m'ayent pas prévenu dans le travail que j'entreprens aujourd'hui pour vous, car il faut avoüer que, quoique nous ayons plusieurs excellens livres de Physique en François, cependant nous n'avons point de Physique complette, si on en excepte le petit Traité de Rohaut, fait il y a quatre-vingt ans; mais ce Traité, quoique très-bon pour le tems dans lequel il a été composé, est devenu très-insuffisant par la quantité de découvertes qui ont été faites depuis: & un homme qui n'auroit étudié la Physique que dans ce Livre, auroit encore bien des choses à apprendre.

Pour moi, qui en déplorant cette indigence suis bien loin de me croire capable d'y suppléer, je ne me propose dans cet Ouvrage que de rassembler sous vos yeux les découvertes éparses dans tant de bons Livres Latins, Italiens, & Anglois; la plûpart des vérités qu'ils contiennent sont connuës en France de peu de Lecteurs, & je veux vous éviter la peine de les puiser dans des sources dont la profondeur vous effrayeroit, & pourroit vous rebuter.

IV.

Quoi que l'Ouvrage que j'entreprens demande bien du tems & du travail, je ne regretterai point la peine qu'il pourra me coûter, & je la croirai bien employée s'il peut vous inspirer

inſpirer l'amour des Sciences, & le deſir de cultiver votre raiſon. Quelles peines & quels ſoins ne ſe donne-t'on pas tous les jours dans l'eſpérance incertaine de procurer des honneurs & d'augmenter la fortune de ſes enfans ! La connaiſſance de la vérité & l'habitude de la rechercher & de la ſuivre eſt-elle un objet moins digne de mes ſoins ; ſurtout dans un ſiécle où le goût de la Phyſique entre dans tous les rangs, & commence à faire une partie de la ſcience du monde ?

V.

Je ne vous ferai point ici l'hiſtoire des révolutions que la Phyſique à éprouvée, il faudroit pour les rapporter toutes, faire un gros Livre ; je me propoſe de vous faire connoître, *moins ce qu'on a penſé que ce qu'il faut ſçavoir.*

Juſqu'au dernier ſiécle, les Sciences ont été un ſecret impénétrable, auquel les prétendus Sçavans étoient ſeuls initiés, c'étoit une eſpéce de Cabale, dont le chiffre conſiſtoit en des mots barbares, qui ſembloient inventés pour obſcurcir l'eſprit & pour le rebuter.

Deſcartes parut dans cette nuit profonde comme un Aſtre qui venoit éclairer l'univers ; la révolution que ce grand homme a cauſé dans les Sciences eſt ſûrement plus utile, & eſt peut-être même plus mémorable que celle des plus grands Empires, & l'on peut dire que c'eſt à Deſcartes que la raiſon humaine doit le plus ; car il eſt bien plus aiſé de trouver la vérité quand

Combien nous avons d'obligation à Deſcartes.

on eſt une fois ſur ſes traces que de quitter celles de l'erreur. La Géometrie de ce grand homme, ſa Dioptrique, ſa Méthode, ſont des chefs-d'œuvres de ſagacité qui rendront ſon nom immortel, & s'il s'eſt trompé ſur quelques points de Phyſique, c'eſt qu'il étoit homme, & qu'il n'eſt pas donné à un ſeul homme, ni à un ſeul ſiécle de tout connoître.

Nous nous élevons à la connaiſſance de la vérité, comme ces Géans qui eſcaladoient les Cieux en montant ſur les épaules les uns des autres. Ce ſont Deſcartes & Galilée qui ont formé les Hughens, & les Leibnits, ces grands hommes dont vous ne connaiſſez encore que les noms, & dont j'eſpére vous faire connaître bientôt les ouvrages, & c'eſt en profitant des travaux de Kepler, & en faiſant uſage des Théoremes d'Hughens, que Monſieur Newton à découvert cette force univerſelle répanduë dans toute la Nature, qui fait circuler les Planettes autour du Soleil, & qui opere la péſanteur ſur la terre.

VI.

Les ſiſtêmes de Deſcartes & de Newton partagent aujourd'hui le monde penſant, ainſi il eſt néceſſaire que vous connaiſſiez l'un & l'autre; mais tant de ſçavans hommes ont pris ſoin d'expoſer & de rectifier le ſiſtême de Deſcartes, qu'il vous ſera aiſé de vous en inſtruire dans leurs ouvrages: une de mes vûës dans la premiere partie de celui-ci eſt de vous mettre ſous les yeux l'autre partie de ce grand procès,

procès, de vous faire connoître le système de Monsieur Newton, de vous faire voir jusqu'où la connexion & la vraisemblance y sont poussées, & comment les Phenoménes s'expliquent par l'hipothese de l'attraction.

Vous pouvez tirer beaucoup d'instructions sur cette matiére, des Elemens de la Philosophie de Newton, qui ont paru l'année passée; & je supprimerois ce que j'ai à vous dire sur cela, si leur illustre Auteur avoit embrassé un plus grand terrain; mais il s'est renfermé dans des bornes si étroites, que je n'ai pas crû qu'il pût me dispenser de vous en parler.

VII.

Gardez-vous, mon fils, quelque parti que vous preniez dans cette dispute des Philosophes, de l'entêtement inévitable dans lequel l'esprit de parti entraîne: cet esprit est dangereux dans toutes les occasions de la vie; mais il est ridicule en Physique, la recherche de la vérité est la seule chose dans laquelle l'amour de votre païs ne doit point prévaloir, & c'est assurément bien mal-à-propos qu'on a fait une espece d'affaire nationale des opinions de Newton, & de Descartes: quand il s'agit d'un livre de Physique, il faut demander s'il est bon, & non pas si l'Auteur est Anglois, Allemand, ou François.

Discussion sur l'attraction.

Il me paroît d'ailleurs qu'il seroit aussi injuste aux Cartésiens de refuser d'admettre l'attraction comme hipothese, qu'il est déraisonnable à quelques Newtoniens de vouloir en faire une

propriété primitive de la matiere ; il faut avouer que quelques uns d'entre eux ont été trop loin en cela, & que c'eſt avec quelque raiſon qu'on leur reproche de reſſembler à un homme, aux mauvais yeux duquel échapperoient les cordes qui font les vols de l'Opera, & qui diroit en voyant Bellérophon, par Exemple, ſe ſoutenir en l'air : *Bellérophon ſe ſoutient en l'air, parce qu'il eſt également attiré de tous côtés par les Couliſſes*, car pour décider que les effets que les Neutoniens attribuent à l'attraction, ne ſont pas produits par l'impulſion, il faudroit connaître toutes les façons dont l'impulſion peut être employée, mais c'eſt ce dont nous ſommes encore bien éloignés.

Nous ſommes encore en Phyſique, comme cet aveugle né, à qui Cheſelden rendit la vûë ; cet homme ne vit d'abord rien que confuſément : ce ne fut qu'en tâtonnant, & au bout d'un tems conſidérable qu'il commença à bien voir ; ce tems n'eſt pas encore tout-à-fait venu pour nous, & peut-être même ne viendra-t-il jamais entierement ; il y a vraiſemblablement des vérités, qui ne ſont pas faites pour être apperçuës par les yeux de notre eſprit, de même qu'il y a des objets, que ceux de notre corps n'appercevront jamais ; mais celui qui réfuſeroit de s'inſtruire par cette conſidération, reſſembleroit à un boiteux qui ayant la fiévre, ne voudroit pas prendre les remédes, qui peuvent l'en guérir, parce que ces remédes ne pourroient l'empêcher de boiter. §. 8.

VIII.

Un des torts de quelques Philoſophes de ce tems, c'eſt de vouloir bannir les Hipotheſes de de la Phyſique; elles y ſont auſſi néceſſaires que les Echaffauts dans une maiſon que l'on bâtit; il eſt vrai que lorſque le Bâtiment eſt achevé, les Echaffauts deviennent inutiles, mais on n'auroit pû l'élever ſans leur ſecours. Toute l'Aſtronomie, par Exemple, n'eſt fondée que ſur des Hipotheſes, & ſi on les avoit toujours évitées en Phyſique, il y a apparence qu'on n'auroit pas fait tant de découvertes; auſſi rien n'eſt-il plus capable de retarder les progrès des Sciences que de vouloir les en bannir, & de ſe perſuader que l'on a trouvé le grand reſſort qui fait mouvoir toute la nature, car on ne cherche point une cauſe que l'on croit connaître, & il arrive par là que l'application des principes géométriques de la Mécanique aux effets Phyſiques, qui eſt très-difficile & très néceſſaire, reſte imparfaite, & que nous nous trouvons privés des travaux & des recherches de pluſieurs beaux génies qui auroient peut-être été capables de découvrir la véritable cauſe des Phénoménes.

Les Hipotheſes ſont néceſſaires en Phyſique.

Il eſt vrai que les Hipotheſes deviennent le poiſon de la Philoſophie quand on les veut faire paſſer pour la vérité, & peut-être même ſont-elles plus dangereuſes alors que ne l'étoit le jargon inintelligible de l'Ecole; car ce jargon étant abſolument vuide de ſens, il ne falloit qu'un peu d'attention à un eſprit droit pour

Quand elles peuvent devenir dangereuſes.

en appercevoir le ridicule, & pour chercher ailleurs la vérité; mais une Hipotheſe ingénieuſe & hardie, qui a d'abord quelque vraiſemblance, intereſſe l'orgueil humain à la croire, l'eſprit s'applaudit d'avoir trouvé ces principes ſubtils, & ſe ſert enſuite de toute ſa ſagacité pour les défendre. La plûpart des grands hommes qui ont fait des Syſtémes nous en fourniſſent des Exemples, ce ſont de grands Vaiſſeaux emportés par des courans, ils font les plus belles manœuvres du monde, mais le courant les entraîne.

IX.

Utilité de l'Expérience.

Souvenez-vous, mon fils, dans toutes vos Etudes, que l'Expérience eſt le bâton que la nature a donné à nous autres aveugles, pour nous conduire dans nos recherches; nous ne laiſſons pas avec ſon ſecours de faire bien du chemin, mais nous ne pouvons manquer de tomber ſi nous ceſſons de nous en ſervir; c'eſt à l'Expérience à nous faire connaître les qualités Phyſiques, & c'eſt à notre raiſon à en faire uſage & à en tirer de nouvelles connaiſſances & de nouvelles lumieres.

X.

Juſqu'où l'on doit porter le reſpect pour les grands hommes.

Si j'ai crû devoir vous précautionner contre l'eſprit de parti, je crois encore plus néceſſaire de vous recommander de ne point porter le reſpect pour les plus grands hommes juſqu'à l'Idolatrie comme font la plûpart de leurs diſciples; chaque Philoſophe a vû quelque choſe

choſe, & aucun n'a tout vû ; il n'y a point de ſi mauvais livre où il n'y ait quelque choſe à apprendre, & il n'y en a gueres d'aſſez bon pour qu'on ne puiſſe y rien reprendre. Quand je lis Ariſtote, ce Philoſophe qui a eſſuyé des fortunes ſi diverſes & ſi injuſtes, je ſuis étonné de lui trouver quelquefois des idées ſi ſaines ſur pluſieurs points de Phyſique générale, à côté des plus grandes abſurdités, & quand je lis quelques unes des queſtions que M. Newton a miſes à la fin de ſon Optique, je ſuis frappé d'un étonnement bien différent : cet Exemple des deux plus grands hommes de leur ſiécle, doit vous faire voir que lorſqu'on a l'uſage de la raiſon, il ne faut en croire perſonne ſur ſa parole, mais qu'il faut toujours examiner par ſoi-même, en mettant à part la conſidération qu'un nom fameux emporte toujours avec lui.

XI.

C'eſt une des raiſons pour leſquelles je n'ai point chargé ce livre de citations, je n'ai point voulu vous ſéduire par des autorités ; & de plus, il y en auroit trop eu ; je ſuis bien loin de me croire capable d'écrire un livre de Phyſique ſans conſulter aucun livre, & je doute même que ſans ce ſecours on en puiſſe faire un bon. Le plus grand Philoſophe peut bien ajouter de nouvelles découvertes à celles des autres, mais quand une vérité eſt une fois trouvée, il faut qu'il la ſuive, & il a fallu, par Exemple, que

que Monſieur Newton commençât par établir les deux Analogies de Kepler lorſqu'il a voulu expliquer le cours des Planetes, ſans quoi il ne ſeroit jamais parvenu à cette belle découverte de la gravitation des Aſtres.

La Phyſique eſt un Bâtiment immenſe, qui ſurpaſſe les forces d'un ſeul homme ; les uns y mettent une pierre, tandis que d'autres bâtiſſent des aîles entieres, mais tous doivent travailler ſur les fondemens ſolides qu'on a donnés à cet Edifice dans le dernier ſiecle, par le moyen de la Géométrie, & des Obſervations ; il y en a d'autres qui levent le Plan du Bâtiment, & je ſuis du nombre de ces derniers.

Je n'ai point ſongé dans cet Ouvrage à avoir de l'eſprit, mais à avoir raiſon ; & j'ai fait aſſez de cas de la vôtre pour croire que vous étiez capable de rechercher la vérité indépendamment de tous les ornemens étrangers dont on l'a accablée de nos jours. Je me ſuis contenté d'écarter les épines qui auroient pû bleſſer vos mains délicates, mais je n'ai point crû devoir y ſubſtituer des fleurs étrangeres, & je ſuis perſuadé qu'un bon eſprit, quelque foible qu'il ſoit encore, trouve plus de plaiſir, & un plaiſir plus ſatisfaiſant dans un raiſonnement clair & précis qu'il ſaiſit aiſément, que dans une plaiſanterie déplacée.

XII.

Je vous explique dans les premiers Chapitres les principales opinions de Monſieur de

de Leibnits sur la Métaphysique ; je les ai puisées dans les Ouvrages du célébre Wolf *, dont vous m'avez tant entendu parler avec un de ses Disciples, qui a été quelque tems chez moi, & qui m'en faisoit quelquefois des extraits.

Les idées de M. de Leibnits sur la Métaphysique, sont encore peu connues en France, mais elles méritent assurément de l'être : malgré les découvertes de ce grand homme, il y a sans doute encore bien des choses obscures dans la Métaphysique ; mais il me semble qu'il nous a fourni dans le principe de la raison suffisante, une bousole capable de nous conduire dans les sables mouvans de cette science.

Les obscurités dont quelques-unes des parties de la Métaphysique sont encore couvertes, servent de prétexte à la paresse de la plûpart des hommes pour ne la point étudier, ils se persuadent que parce que l'on ne sçait pas tout, on ne peut rien sçavoir ; cependant il est certain qu'il y a des points de Métaphysique susceptibles de démonstrations aussi rigoureuses que les démonstrations géométriques, quoiqu'elles soient d'un autre genre : il nous manque un calcul pour la Métaphysique pareil à celui que l'on a

* Voyez l'*Ontologie de Wolf*, & principalement les Chapitres suivans : *De Principio Contradictionis, de Principio Rationis Sufficientis, de Possibili, & Impossibili, de Necessario & Contingente, de Extensione, Continuitate, Spatio, Tempore*, &c.

trouvé

trouvé pour la Géométrie, par le moyen duquel avec l'aide de quelques *données*, on parvient à connoître des *inconnuës*; peut-être quelque génie trouvera-t'il un jour ce calcul. Monsieur de Leibnits y a beaucoup pensé, il avoit sur cela des idées, qu'il n'a jamais par malheur communiquées à personne, mais quand même on le trouveroit, il y a apparence qu'il y a des inconnues dont on ne trouveroit jamais l'*équation*. La Métaphysique contient deux espéces de choses; la premiere, ce que tous les gens qui font un bon usage de leur esprit, peuvent savoir; & la seconde, qui est la plus étendue, ce qu'ils ne sauront jamais.

Plusieurs vérités de Physique, de Métaphysique, & de Géométrie sont évidemment liées entre elles. La Métaphysique est le faîte de l'Edifice; mais ce faîte est si élevé, que la vûe en devient souvent un peu confuse. J'ai donc crû devoir commencer par le rapprocher de votre vûe, afin qu'aucun nuage n'obscurcissant votre esprit, vous puissiez voir d'une vûe nette & assurée les vérités dont je veux vous instruire.

CHAPITRE

CHAPITRE PREMIER.

Des Principes de nos Connoiſſances.

I.

TOUTES nos Connoiſſances naiſſent les unes des autres, & ſont fondées ſur de certains Principes dont on connoît la vérité même ſans y réfléchir, par ce qu'ils ſont évidens par eux-mêmes. Sur quoi nos Connoiſſances ſont fondées.

Il y a des vérités qui tiennent immédiatement à ces premiers Principes, & qui n'en découlent que par un petit nombre de concluſions; alors l'eſprit apperçoit aiſément la chaîne qui y conduit; mais il eſt facile de la perdre de vûë dans

dans la recherche des vérités auſquelles on ne peut arriver que par un grand nombre de conſéquences tirées les unes des autres. Il y en a mille exemples dans la Géometrie ; il eſt très-aiſé, par exemple, de voir que le Diametre du Cercle le partage en deux parties égales, parce qu'il ne faut qu'une ſeule concluſion pour arriver de la nature du Cercle à cette propriété ; mais on ne voit pas ſi aiſément que le quarré de l'ordonnée B M eſt égal au rectangle de la Ligne A B par la Ligne B C, quoique cette propriété découle de la nature du Cercle comme la premiere, parce qu'il faut pluſieurs concluſions intermediaires avant d'arriver à cette derniere propriété. Il eſt donc très-important de ſe rendre attentif aux Principes, & à la façon dont les vérités en découlent ſi l'on ne veut point s'égarer.

Planche 1. *Figure* 1. *Figure* 1.

II.

On a beaucoup abuſé du mot de Principe, les Scholaſtiques qui ne démontroient rien donnoient pour principes des mots inintelligibles. Deſcartes qui ſentit combien cette maniere de raiſonner éloignoit les hommes du vrai, commença par établir qu'on ne doit raiſonner que ſur des idées claires ; mais il pouſſa trop loin ce principe : car il admit que l'on pouvoit s'en rapporter à un certain ſentiment vif & interne de clarté & d'évidence pour fonder nos raiſonnemens.

Ce que c'eſt que Principe.

Ce fut en ſuivant ce principe que ce Philoſophe ſe trompa ſur l'eſſence du Corps qu'il faiſoit

faiſoit conſiſter dans l'étenduë ſeulement, parce qu'il croyoit avoir dans l'étenduë, une idée claire & diſtincte du Corps, ſans ſe mettre en peine de prouver la poſſibilité de cette idée que nous verrons bien-tôt être très-incomplette, puiſqu'il y faut ajoûter la force d'inertie, & la force active. Cette méthode, d'ailleurs, ne ſerviroit qu'à éterniſer les diſputes, car ceux qui ont des ſentimens oppoſés, ont chacun ce ſentiment vif & interne de ce qu'ils avancent; ainſi aucun ne doit ſe rendre, puiſque l'évidence eſt égale des deux côtés; il faut donc ſubſtituer des démonſtrations aux illuſions de notre imagination, & ne rien admettre comme vrai, que ce qui découle, d'une maniere inconteſtable, des premiers principes que perſonne ne peut révoquer en doute, & rejetter comme faux tout ce qui eſt contraire à ces principes, ou aux vérités que l'on a établies par leur moyen, quoiqu'en puiſſe dire l'imagination.

Abus de ce mot par M. Deſcartes.

§. 3 Un peu d'attention à la maniére dont on procéde dans la Science, où l'incertitude eſt portée à ſon plus haut point, ſuffira pour faire ſentir l'utilité de cette méthode. Il n'y a guéres d'idée plus claire par exemple, que celle de la poſſibilité d'un triangle équilatéral, & que les deux côtés d'un triangle ſont plus longs, pris enſemble, que le troiſiéme: cependant, Euclide, ce ſévére raiſonneur, ne s'eſt point contenté d'en appeller au ſentiment vif & interne que nous

Il faut ſe défier de ſon imagination, & ne ſe rendre qu'à l'évidence.

avons de ces vérités, mais il les a démontrées en rigueur, en faisant voir comment il faut s'y prendre pour construire un triangle équilatéral, & qu'il implique contradiction que deux côtés d'un triangle, pris ensemble, ne soient pas plus grands que le troisiéme.

Du principe de contradiction.

§. 4. On appelle *contradiction*, ce qui affirme & nie la même chose en même tems; ce principe est le premier Axiome, sur lequel toutes les vérités sont fondées. Tout le monde l'accorde sans peine, & il seroit même impossible de le nier sans mentir à sa propre conscience; car nous sentons que nous ne pouvons point forcer notre esprit à admettre qu'une chose est, & n'est pas en même tems, & que nous ne pouvons point ne pas avoir une idée pendant que nous l'avons, ni voir un Corps blanc comme s'il étoit noir, pendant que nous le voyons blanc. Les Pirrhoniens même qui faisoient profession de douter de tout, n'ont jamais nié ce principe; ils nioient bien à la vérité qu'il y eût aucune réalité dans les choses, mais ils ne doutoient point qu'ils eussent une idée pendant qu'ils l'avoient.

Il est le fondement de toute certitude.

Cet Axiome est le fondement de toute certitude dans les connoissances humaines; car si on accordoit une fois que quelque chose pût éxister & n'éxister pas en même tems, il n'y auroit plus aucune vérité, même dans les nombres, & chaque chose pourroit être, ou n'être pas

pas, selon la fantaisie de chacun, ainsi 2 & 2 pourroient faire 4 ou 6. également, & même à la fois.

§. 5. Il découle de ce que l'on vient de dire que l'impossible est ce qui implique contradiction, & le possible ce qui ne l'implique point. Plusieurs Philosophes donnent une autre définition du possible, & de l'impossible, & regardent comme impossible ce qui ne donne point d'idée claire & distincte, & comme possible, ce qu'on peut concevoir, & à quoi répond une idée claire. Cette définition bien expliquée, pouroit être admise; mais il faut bien prendre garde qu'elle ne nous induise pas à prendre des notions trompeuses & déceptrices pour des notions claires : car il arrive quelquefois que nous nous formons des idées trompeuses qui nous paroissent évidentes faute d'attention, & parce que nous avons une idée de chaque terme en particulier, quoiqu'il soit impossible d'en avoir aucune de la phrase qui naît de leur combinaison. Ainsi on croira d'abord entendre ce que l'on veut dire par un triangle, si on le définit *une Figure renfermée entre deux Lignes droites*, & on croiroit parler d'un Corps régulier, en parlant d'un Corps qui auroit neuf faces égales entr'elles, parce que l'on entend tous les termes qui entrent dans ces propositions : cependant il implique contradiction que deux Lignes droites renferment un espace, & fassent une Figure,

Définition du possible & de l'impossible.

Exemples d'idées déceptrices.

& vous avez vû dans la Géométrie, qu'il eſt impoſſible qu'un Corps ait neuf faces égales & ſemblables.

On a encore un exemple de ces idées déceptrices dans le mouvement le plus rapide d'une Rouë, dont M. de Leibnits s'eſt ſervi contre les Cartéſiens; car il eſt aiſé de faire voir que le mouvement le plus rapide eſt impoſſible, puiſqu'en prolongeant un rayon quelconque, ce mouvement devient plus rapide à l'infini. On voit, par ces exemples, qu'il eſt très-poſſible de croire avoir une idée claire d'une choſe dont cependant nous n'avons réellement aucune idée.

Il eſt donc indiſpenſablement néceſſaire, pour ſe préſerver de l'erreur, de vérifier ſes idées, d'en démontrer la réalité, & de n'en point admettre comme indubitable, qu'on ne ſe ſoit aſſûré par l'expérience ou par la démonſtration, qu'elle ne renferme rien de faux, ni de chimérique.

§. 6. Il naît de la définition de l'impoſſible que je viens de vous donner, une régle bien importante, c'eſt que lorſque nous avançons qu'une choſe eſt impoſſible, nous ſommes tenus de montrer qu'on y nie, & qu'on y affirme la même choſe en même tems, ou bien qu'elle eſt contraire à une vérité déja démontrée. Cette régle éviteroit bien des diſputes, ſi elle étoit ſuivie, car elle ôteroit tout d'un coup le doute

des

des propoſitions, & feroit voir l'inſuffiſance des preuves de ceux qui traitent d'impoſſible tout ce qui n'eſt pas conforme à leurs opinions.

Il faut avoir la même précaution pour aſſûrer qu'une choſe eſt poſſible ; car il faut être en état de montrer qu'elle ne contient aucune contradiction : ſans cette condition nos idées ne ſont que des opinions plus ou moins probables, mais dans leſquelles il n'y a aucune certitude.

§. 7. Le principe de contradiction a été de tous tems en uſage dans la Philoſophie. Ariſtote, & après lui tous les Philoſophes s'en ſont ſervis, & Deſcartes l'a employé dans ſa Philoſophie, pour prouver que nous éxiſtons : car il eſt certain que celui qui douteroit s'il éxiſte, auroit dans ſon doute même une preuve de ſon éxiſtence, puiſqu'il implique contradiction que l'on ait une idée quelle qu'elle ſoit, & par conſequent un doute, & que l'on n'éxiſte pas.

Ce principe ſuffit pour toutes les vérités néceſſaires, c'eſt-à-dire, pour les vérités qui ne ſont déterminables que d'une ſeule maniére, car c'eſt ce que l'on entend par le terme de *néceſſaire* ; mais quand il s'agit de vérités contingentes, c'eſt-à-dire, lorſqu'il eſt poſſible qu'une choſe éxiſte de différentes maniéres, & qu'aucune de ſes déterminations n'eſt plus néceſſaire qu'une autre, alors la néceſſité d'un autre principe ſe fait ſentir, parce que celui de contradiction n'a plus lieu. Auſſi les Anciens

Le principe de contradiction eſt le fondement de toutes les vérités néceſſaires.

qui ignoroient ce second principe de nos connoissances, se trompoient-ils sur les points les plus importans de la Philosophie.

Du principe d'une raison suffisante.

§. 8. Ce principe duquel toutes les vérités contingentes dépendent, & qui n'est ni moins primitif, ni moins universel que celui de contradiction, est *le principe de la raison suffisante*: tous les hommes le suivent naturellement; car il n'y a personne qui se détermine à une chose plûtôt qu'à une autre, sans une raison suffisante qui lui fasse voir que cette chose est préférable à l'autre.

Il est le fondement de toutes les vérités contingentes.

Quand on demande compte à quelqu'un de ses actions, on pousse ses questions jusqu'à ce qu'on soit parvenu à découvrir une raison qui nous satisfasse, & nous sentons dans tous les cas que nous ne pouvons point forcer notre esprit à admettre quelque chose, sans une raison suffisante, c'est-à-dire, sans une raison qui nous fasse comprendre pourquoi cette chose est ainsi plûtôt que tout autrement.

Si on vouloit nier ce grand principe, on tomberoit dans d'étranges contradictions: car dès que l'on admet qu'il peut arriver quelque chose, sans raison suffisante, on ne peut assûrer d'aucune chose, qu'elle est la même qu'elle étoit le moment d'auparavant, puisque cette chose pourroit se changer à tout moment, dans une autre d'une autre espéce; ainsi il n'y auroit pour nous de vérités que pour un instant.

Absurdités qui naîtroient de la négation de ce principe.

J'assure,

J'assure, par exemple, que tout est encore dans ma chambre dans l'état où je l'ai laissé, parce que je suis assuré que personne n'y est entré depuis que je suis sorti; mais si le principe de la raison suffisante n'a pas lieu, ma certitude devient une chimére, puisque tout pourroit être bouleversé dans ma chambre sans qu'il y fût entré personne capable de la déranger.

Sans ce principe il n'y auroit point de choses identiques, car deux choses sont identiques lorsque l'on peut substituer l'une à la place de l'autre, sans qu'il arrive aucun changement par rapport à la propriété qu'on considere. Cette définition est reçuë de tout le monde, ainsi par exemple, si j'ai une boule de pierre, & une boule de plomb, & que je puisse mettre l'une à la place de l'autre dans le bassin d'une balance, sans que la balance change de situation, je dis que le poids de ces boules est *identique*, qu'il est le même, & qu'elles sont identiques quant à leurs poids: cependant, s'il pouvoit arriver quelque chose sans une raison suffisante, je ne pourrois prononcer que le poids de ces boules est identique, dans l'instant même que j'assûre qu'il est identique; puisqu'il pourroit arriver sans aucune raison un changement dans l'une, qui n'arriveroit pas dans l'autre; & par conséquent leur poids ne seroit plus identique, ce qui est contre la définition.

Sans le principe de la raison suffisante, on ne pourroit plus dire que cet Univers, dont toutes

les parties ſont ſi bien liées entre elles, n'a pû être produit que par une ſageſſe ſuprême, car s'il peut y avoir des effets ſans raiſon ſuffiſante, tout cela eût pû être produit par le hazard, c'eſt-à-dire, par rien.

Ce principe eſt la ſeule choſe qui nous faſſe diſcerner la veille, & le ſommeil.

Ce qui arrive quelquefois en ſonge nous fournit l'idée d'un monde fabuleux, où tous les événemens arriveroient ſans raiſon ſuffiſante.

Je rêve que je ſuis dans ma chambre, occupé à écrire; tout d'un coup ma chaiſe ſe change en un cheval aîlé, & je me trouve en un inſtant à cent lieuës de l'endroit où j'étois, & avec des perſonnes qui ſont mortes depuis longtems, &c. Tout cela ne peut arriver dans ce monde, puiſqu'il n'y auroit point de raiſon ſuffiſante de tous ces effets; car lorſque je ſors de ma chambre, je puis dire comment, & pourquoi j'en ſors, & je ne vais point d'un lieu dans un autre ſans paſſer par les lieux intermediaires: cependant toutes ces chiméres ſeroient également poſſibles, s'il pouvoit y avoir des effets ſans raiſon ſuffiſante: c'eſt ce principe qui diſtingue le ſonge de la veille, & le monde réel, du monde fabuleux que l'on nous dépeint dans les Contes des Fées. Ainſi ceux qui nient le principe de la raiſon ſuffiſante, ſont des habitans d'un monde fabuleux qui n'éxiſte point, mais dans celui-ci, tout doit ſe faire ſelon ce principe.

Dans la Géométrie où toutes les vérités ſont néceſſaires, on ne ſe ſert que du principe de contradiction: car par exemple, dans un triangle

gle la somme des angles n'est déterminable que d'une seule maniere, & il faut absolument qu'ils soient égaux à deux droits; mais lorsqu'il est possible qu'une chose se trouve en différens états, je ne puis assurer qu'elle se trouve dans un tel état plûtôt que dans un autre, à moins que je n'allégue une raison de ce que j'affirme: ainsi, par exemple, je puis être assis, couché, ou de bout, toutes ces déterminations de ma situation sont également possibles, mais quand je suis de bout, il faut qu'il y ait une raison suffisante, pourquoi je suis de bout, & non pas assis, ou couché.

Archimede passant de la Géométrie à la Méchanique, reconnut bien le besoin de la raison suffisante; car voulant démontrer qu'une balance à bras égaux chargée de poids égaux restera en équilibre, il fit voir que dans cette égalité de bras & de poids la balance devoit rester en repos, par ce qu'il n'y auroit point de raison suffisante, pourquoi l'un des bras descendroit plûtôt que l'autre.

Archimede a le premier employé ce principe dans la Méchanique.

M. de Leibnits qui étoit très-attentif aux sources de nos raisonnemens, saisit ce principe, le développa, & fut le premier qui l'énonça distinctement, & qui l'introduisit dans les Sciences.

Il faut avoüer qu'on ne pouvoit leur rendre un plus grand service, car la plûpart des faux raisonnemens, n'ont d'autres sources que l'oubli de la raison suffisante; & vous verrez bientôt que ce principe est le seul fil qui puisse nous conduire dans ces labyrinthes d'erreur que l'esprit

Mais c'est M. de Leibnits qui en a fait voir toute l'étenduë & toute l'utilité.

prit humain s'eſt bâti pour avoir le plaiſir de s'y égarer.

Il ne faut donc rien admettre de ce qui viole cet axiome fondamental, il eſt la bride de l'imagination qui fait des écarts ſans nombre dès qu'on ne l'aſſujettit pas aux régles d'un raiſonnement ſévére.

Différence entre poſſible, & actuel.

§. 9. Il faut bien diſtinguer entre poſſible & actuel. Vous avez vû ci-deſſus, que tout ce qui n'implique point contradiction eſt poſſible; mais il n'eſt pas actuel. Il eſt poſſible, par exemple, que cette table qui eſt quarrée devienne ronde, cependant cela n'arrivera peut-être jamais; ainſi tout ce qui éxiſte étant néceſſairement poſſible, on peut conclure de l'éxiſtence à la poſſibilité, mais non pas de la poſſibilité à l'éxiſtence.

Afin qu'une choſe ſoit, il ne ſuffit donc pas qu'elle ſoit poſſible, il faut encore que cette poſſibilité ait ſon accompliſſement, & c'eſt ce qu'on appelle *Exiſtence*: or une choſe ne peut parvenir à l'éxiſtence ſans une raiſon ſuffiſante, par laquelle un Etre Intelligent puiſſe comprendre pourquoi cette choſe devient actuelle de poſſible qu'elle étoit auparavant. Ainſi il faut qu'une cauſe contienne non-ſeulement le principe de l'actualité de la choſe dont elle eſt cauſe; mais encore la raiſon ſuffiſante de cette choſe, c'eſt-à-dire, ce par où un Etre intelligent puiſſe comprendre pourquoi cette choſe éxiſte: car tout homme

homme qui fait usage de sa raison, ne doit pas se contenter de sçavoir qu'une telle chose est possible, & qu'elle existe, mais il doit encore sçavoir la raison pourquoi elle existe ; & s'il ne voit pas cette raison, comme il arrive souvent, quand les choses sont trop compliquées, il faut du moins qu'il soit assuré qu'on ne sçauroit démontrer que la chose dont il s'agit ne peut pas avoir de raison suffisante de son existence ; ainsi il faut qu'il y ait dans tout ce qui existe quelque chose par où l'on puisse comprendre pourquoi ce qui est a pû exister, & c'est ce qu'on appelle *raison suffisante.*

§. 10. Ce principe bannit de la Philosophie tous les raisonnemens à la Scholastique ; car les Scholastiques admettoient bien qu'il ne se fait rien sans cause, mais ils alléguoient pour causes des natures plastiques, des ames végétatives, & d'autres mots vuides de sens ; mais quand on a une fois établi qu'une cause n'est bonne qu'autant qu'elle satisfait au principe de la raison suffisante, c'est-à-dire, qu'autant qu'elle contient quelque chose par où on puisse faire voir comment, & pourquoi un effet peut arriver, alors on ne peut plus se payer de ces grands mots qu'on mettoit à la place des Idées.

Le principe d'une raison suffisante bannit de la Philosophie tous les raisonnemens à la scholastique.

Quand on explique, par exemple, pourquoi les Plantes naissent, croissent & se conservent, & que l'on donne pour cause de ces effets, une ame végétative qui se trouve dans toutes les Plantes

Plantes, on allégue bien une cauſe de ces effets ; mais une cauſe qui n'eſt point recevable, parce qu'elle ne contient rien par où je puiſſe comprendre comment la végétation dont je recherche la cauſe, s'opere ; car cette ame végétative étant poſée, je n'entens point de là pourquoi la Plante que je conſidere, a plûtôt une telle ſtructure que toute autre, ni comment cette ame peut former une Machine telle que celle de cette Plante.

Il eſt le fondement de la morale.

§. 11. Le principe de la raiſon ſuffiſante eſt encore le fondement des regles & des coûtumes qui ne ſont fondées que ſur ce qu'on appelle *convenance*, car les mêmes hommes peuvent ſuivre des coûtumes différentes, ils peuvent déterminer leurs actions en pluſieurs manieres ; & lorſqu'on choiſit préférablement à d'autres, celles où il y a le plus de raiſon, l'action devient bonne & ne ſçauroit être blâmée ; mais on la nomme déraiſonnable, dès qu'il y a des raiſons ſuffiſantes pour ne la point commettre, & c'eſt ſur ces mêmes principes que l'on peut prononcer qu'une coûtume eſt meilleure que l'autre, c'eſt-à-dire, quand elle a plus de raiſon de ſon côté.

Du principe des indiſcernables.

§. 12. De ce grand Axiome d'une raiſon ſuffiſante, il en naît un autre que Monſieur de Leibnits appelle *le principe des Indiſcernables* : ce principe bannit de l'univers toute matiere ſimilaire, car s'il

s'il y avoit deux parties de matiere abſolument ſimilaires & ſemblables, enſorte qu'on pût mettre l'une à la place de l'autre ſans qu'il arrivât le moindre changement (car c'eſt ce qu'on entend par entierement ſemblable) il n'y auroit point de raiſon ſuffiſante pourquoi l'une de ces particules ſeroit placée dans la Lune, par exemple, & l'autre ſur la Terre, puiſqu'en les changeant & mettant celle qui eſt dans la Lune ſur la Terre, & celle qui eſt ſur la Terre dans la Lune, toutes choſes demeureroient les mêmes. On eſt donc obligé de reconnoître que les moindres parties de matiere ſont diſcernables, ou que chacune eſt infiniment différente de toute autre, & qu'elle ne pourroit être employée dans une autre place que celle qu'elle occupe ſans déranger tout l'univers. Ainſi chaque particule de matiére eſt deſtinée à faire l'effet qu'elle produit, & c'eſt de là que naît la diverſité, qui ſe trouve entre deux grains de ſable comme entre notre Globe & celui de Saturne, laquelle nous fait voir que la ſageſſe du Créateur n'eſt pas moins admirable dans le plus petit Etre, que dans le plus grand.

Comment il découle de celui d'une raiſon ſuffiſante.

Il bannit toute matiere ſimilaire de l'univers.

Cette infinie diverſité qui regne dans la nature, ſe fait ſentir à nous auſſi loin que la portée de nos organes peut s'étendre. Monſieur de Leibnits qui avança le premier cette vérité, eut le plaiſir de la voir confirmer par les yeux même de ceux qui la nioient dans une promenade avec Madame l'Electrice d'Hanover, dans le jardin d'Heurenauſen,

d'Heurenauſen : car ce Philoſophe ayant aſſuré qu'on ne trouveroit jamais deux feuilles entierement ſemblables dans la quantité preſqu'innombrable de celles qui les entouroient, pluſieurs courtiſans qui étoient préſens paſſerent inutilement une partie de la journée dans cette recherche, & ils ne purent jamais trouver deux feuilles qui n'euſſent des différences ſenſibles, même à l'œil.

Il y a d'autres objets que leur petiteſſe nous fait voir comme ſemblables, parce que nous les voyons confuſément, mais les microſcopes nous découvrent leurs différences : ainſi les Expériences, qui même ne ſont pas néceſſaires à la vérité de ce principe, le confirment encore.

De la loi de continuité.

§. 13. De l'Axiome d'une raiſon ſuffiſante découle encore un autre principe qu'on appelle *la Loi de continuité*, c'eſt encore à Monſieur de Leibnits que nous ſommes redevables de ce principe qui eſt d'une grande fécondité dans la Phyſique; c'eſt lui qui nous enſeigne que rien ne ſe fait par ſault dans la nature, & qu'un Etre ne paſſe point d'un état à un autre, ſans paſſer par tous les différens états qu'on peut concevoir entre eux.

Le principe de la raiſon ſuffiſante prouve aiſément cette vérité, car chaque état dans lequel un Etre ſe trouve doit avoir ſa raiſon ſuffiſante, pourquoi cet Etre ſe trouve dans cet état plûtôt que dans tout autre, & cette raiſon ne peut ſe trouver que dans l'état antécedent. Cet état antécedent

cedent contenoit donc quelque chose qui a fait naître l'état actuel qui l'a suivi, ensorte que ces deux états sont tellement liés ensemble qu'il est impossible de mettre un autre état entre deux : car s'il y avoit un état possible entre l'état actuel & celui qui l'a précedé immédiatement, la nature auroit quitté le premier état sans être encore déterminée par le second à abandonner le premier ; il n'y auroit donc point de raison suffisante pourquoi elle passeroit plûtôt à cet état qu'à tout autre état possible, ainsi aucun Etre ne passe d'un état à un autre sans passer par les états intermédiaires, de même que l'on ne va point d'une Ville à une autre sans parcourir le chemin qui est entre deux.

Dans la Géométrie où tout se fait dans le plus grand ordre, on voit que cette regle s'observe avec une extreme exactitude, car tous les changemens qui arrivent dans les lignes qui sont unes c'est-à-dire dans une ligne qui est la même, ou dans celles qui sont ensemble un seul & même tout, tous ces changemens, dis-je, ne se sont qu'après que la figure a passé par tous les changemens possibles qui conduisent à l'état qu'elle acquiert : ainsi une ligne qui est concave vers un axe comme la ligne A. B. vers l'axe A. D. ne devient pas tout d'un coup convexe sans passer par tous les états qui sont entre la concavité & la convexité, & par tous les degrés qui peuvent mener de l'une à l'autre ; ainsi la concavité commence par diminuer par des dégrés infiniment

Exemples de cette loi dans la Géométrie.

Fig. 2.

niment petits jusques au point B. où la ligne n'est ni concave, ni convexe, & que l'on nomme le point d'inflexion ; c'est à ce point que la concavité finit, & que la convexité commence, & il se forme à ce point B. une ligne infiniment petite paralelle à l'axe A. D., mais passé ce point B., la convexité commence & s'accroît par des degrés infiniment petits comme le sçavent les Mathématiciens.

Fig. 3. Les points de rebroussement qui se trouvent dans plusieurs courbes, & qui paroissent violer cette loi de continuité, parce que la ligne paroît se terminer en ce point & rebrousser subitement en un sens contraire, ne la violent cependant point ; car on peut faire voir qu'à ces points de rebroussement il se forme des nœuds comme dans la Fig. 3. dans lesquels on voit évidemment que la loi de continuité est suivie, car ces nœuds étant serrés à l'infini, prennent à la fin la forme d'un point sensible.

Fig. 4. On ne retrouve point la loi de continuité dans les Figures batardes, desquelles on ne peut pas dire qu'elles forment un véritable tout, parce qu'elles n'ont point été produites par la même loi, mais composées de plusieurs piéces, comme si on ajoutoit à un arc de cercle A. B., une ligne droite B. C. pour faire une seule Figure A. B. C. & ces Figures violent la loi de continuité, parce que la loi par laquelle on décrit le cercle A. B. cesse en B. & ne contient rien en elle qui puisse faire naître la ligne B. C. mais

au

au point B. une autre loi commence, selon laquelle la ligne B. C. est décrite, & cette seconde loi n'a nul rapport à la premiere qui a fait décrire le cercle A. B.

Il arrive dans la nature la même chose que dans la Géométrie, & ce n'étoit pas sans raison que Platon appelloit le Créateur, *l'éternel Géometre*. Ainsi il n'y a point d'angles proprement dits dans la nature, point d'inflexion ni de rebroussement subits; mais il y a de la gradation dans tout, & tout se prépare de loin aux changemens qu'il doit éprouver, & va par nuances à l'état qu'il doit subir. Ainsi, un rayon de lumiere qui se réfléchit sur un miroir, ne rebrousse point subitement, & ne fait point un angle pointu au point de la réflexion; mais il passe à la nouvelle direction qu'il prend en se réfléchissant par une petite courbe qui le conduit insensiblement & par tous les degrés possibles qui sont entre les deux points extrêmes de l'incidence & de la réflexion.

Il en est de même dans la réfraction, le rayon de lumiere ne se rompt pas au point qui sépare le milieu qu'il pénetre & celui qu'il abandonne, mais il commence à s'infléchir avant d'avoir pénetré dans le nouveau milieu; & le commencement de sa réfraction est une petite courbe qui sépare les deux lignes droites qu'il décrit en traversant deux milieux hétérogenes & contigus.

Ce principe sert à démontrer les loix du mouvement.

§. 14. C'est par cette loi de continuité que l'on peut trouver & démontrer les véritables loix du mouvement, car un corps qui se meut dans une direction quelconque, ne sauroit se mouvoir dans une direction opposée, sans passer de son premier mouvement au repos par tous les degrés de retardation intermediaires, pour repasser ensuite, par des degrés insensibles d'accelération, du repos au nouveau mouvement qu'il doit éprouver.

Le principe de la continuité prouve qu'il n'y a point de Corps durs dans l'univers.

§. 15. Cette loi montre qu'il n'y a point de Corps parfaitement durs dans la nature, car dans le choc des Corps parfaitement durs cette gradation ne sçauroit avoir lieu, parce que les Corps durs passeroient tout d'un coup du repos au mouvement, & du mouvement dansun sens au mouvement en sens contraire; ainsi, tous les Corps ont un degré d'élasticité qui les rend capables de satisfaire à cette loi de continuité que la nature ne viole jamais.

§. 16. Il suit de ce que je viens de dire, que lorsque les conditions qui font naître une propriété, viennent à se changer en d'autres conditions d'où une autre propriété doit naître, ensorte qu'enfin ces conditions deviennent les mêmes, ou identiques; la propriété qui découloit des premieres conditions doit se changer, par la même gradation, dans la propriété qui est une suite des dernieres conditions dans lesquelles les premieres se sont changées. La

La Géométrie fournit une infinité d'exemples qui confirment & éclairciſſent cette regle ; l'Ellipſe & la Parabole, par exemple, ſont des lignes fort différentes, mais lorſqu'on fait varier les déterminations de l'Ellipſe (qui ſont les conditions qui rendent l'Ellipſe poſſible) pour les faire approcher de celles de la Parabole : les propriétés de l'Ellipſe varient auſſi continuellement, & s'approchent de celles de la Parabole juſqu'à ce qu'enfin les lignes deviennent les mêmes. Ainſi, un des foyers de l'Ellipſe demeurant immobile, ſi l'autre s'en éloigne continuellement, les nouvelles Ellipſes qui ſeront engendrées approcheront continuellement de la Parabole, & elles coïncideront enfin avec elle, lorſque la diſtance des foyers ſera devenuë infinie. Ainſi, toutes les propriétés de la Parabole conviendront à une Ellipſe dont les foyers ſeront infiniment éloignés, & l'on peut conſidérer la Parabole comme une Ellipſe dont les foyers ſont infiniment diſtans. C'eſt par ce même principe qu'un mouvement décroiſſant, devient enfin du repos, & que l'inégalité toujours diminuée, ſe change en égalité, de ſorte même qu'on peut conſidérer le repos comme un mouvement très-petit, & l'égalité comme une inégalité infiniment petite. Toutes les fois donc que cette continuité d'évenement n'a pas lieu, on doit conclure qu'il y a des défauts dans le raiſonnement dont on s'eſt ſervi.

Mépriſe de Deſcartes pour n'avoir pas fait attention à cette loi.

§. 17. Deſcartes, par exemple, auroit réformé ſes loix du mouvement s'il avoit fait plus d'attention à cette regle; il commença par établir pour premiere loi, que deux Corps égaux qui ſe choquent avec des vîteſſes égales doivent retourner en arriere avec la même vîteſſe, & cela eſt très-vrai, car n'y ayant point de raiſon pourquoi l'un des deux continueroit ſon chemin plûtôt que l'autre, & ces Corps ne pouvant pénétrer les dimenſions l'un de l'autre, ni demeurer en repos, parce que la force ſe perdroit, ce qui ne peut arriver, il faut néceſſairement qu'ils retournent tous deux en arriere avec la même vîteſſe avec laquelle ils s'étoient choqués.

Mais la ſeconde loi du mouvement de M. Deſcartes & preſque toutes les autres ſont fauſſes, parce qu'elles violent le principe de continuité : car la ſeconde, par exemple, veut que ſi deux corps B. & C. ſe rencontrent avec des vîteſſes égales : mais que le Corps B. ſoit plus grand que le Corps C. alors le ſeul Corps C. retournera en arriere & le Corps B. continuera ſon chemin, tous deux avec la même vîteſſe qu'ils avoient avant le choc : cette regle eſt démentie par l'expérience, & elle eſt fauſſe parce qu'elle ne s'accorde point avec la premiere regle du mouvement, & avec le principe de continuité, car en diminuant toujours l'inégalité des Corps, l'effet qui eſt une ſuite de l'inégalité, doit toujours s'approcher de celui qui eſt une ſuite de leur égalité (§. 16.), en ſorte

Fig. 5. Num. 1.

enſorte que diminuant toujours le plus grand Corps, ſa vîteſſe vers C. doit diminuer auſſi, & enfin devenir nulle quand on ſera parvenu à une certaine proportion entre B. & C. paſſé lequel point, l'inégalité étant abſolument évanoüie, l'effet produit par l'égalité des deux Corps commencera, c'eſt-à-dire, qu'alors le mouvement du plus grand Corps B. commencera dans un ſens contraire, & les Corps s'en retourneront en arriere avec la même vîteſſe; ſelon la premiere loi de M. Deſcartes. Ainſi, la ſeconde ne peut avoir lieu, puiſque, ſelon cette ſeconde loi, on a beau diminuer la grandeur de B. & la faire approcher de C. enſorte que la différence ſoit preſqu'inaſſignable, les effets demeureront cependant très-différens, & ne s'approcheront point l'un de l'autre, ce qui eſt entierement contraire à la loi de continuité: car lorſque l'inégalité vient à ceſſer entierement, l'effet fait un grand ſault, puiſque le mouvement du Corps B. change tout-à-coup de direction, paſſant tous les cas intermédiaires comme par un ſault, tandis qu'il ne ſe fait qu'un changement imperceptible dans la grandeur de ce Corps qui eſt cependant la cauſe du grand changement qui arrive dans la direction de ſon mouvement: ainſi, l'effet eſt alors plus grand que la cauſe. On voit par cet Exemple, combien il eſt important de ſe rendre attentif à cette loi de continuité, & d'imiter en cela la nature qui ne l'enfreint jamais dans aucune de ſes operations.

CHAPITRE II.

De l'Existence de Dieu.

§. 18.

L'étude de la Physique nous conduit à la connoissance d'un Dieu.

L'ETUDE de la nature nous éleve à la connoissance d'un Etre suprême ; cette grande vérité est encore plus nécessaire, s'il est possible, à la bonne Physique qu'à la Morale, & elle doit être le fondement & la conclusion de toutes les recherches que nous faisons dans cette science.

Précis des preuves de cette grande vérité.

Je crois donc indispensable de commencer par vous mettre sous les yeux un précis des preuves de cette importante vérité, par lequel vous pourrez juger par vous-même de son évidence.

§. 19.

§. 19. 1°. Quelque chose existe, puisque j'existe.

2°. Puisque quelque chose existe, il faut que quelque chose ait existé de toute éternité, sans cela il faudroit que le néant qui n'est qu'une négation eût produit tout ce qui existe, ce qui est une contradiction dans les termes, car, c'est dire qu'une chose a été produite, & ne reconnoître cependant aucune cause de son existence.

3°. L'Etre qui a existé de toute éternité doit exister nécessairement & ne tenir son existence d'aucune cause, car s'il avoit reçû son existence d'un autre Etre, il faudroit que cet autre Etre existât par lui-même, & alors c'est lui dont je parle, & c'est Dieu, ou bien il tiendroit encore son existence d'un autre : on voit aisément qu'en remontant ainsi à l'infini, il faut arriver à un Etre nécessaire qui existe par lui-même, ou bien admettre une chaîne infinie d'Etres, lesquels pris tous ensemble, n'auront aucune cause externe de leur existence (puisque tous les Etres entrent dans cette chaîne infinie) & qui, chacun en particulier, n'en auront aucune cause interne, puisqu'aucun n'existe par lui-même, & qu'ils tiennent tous l'existence les uns des autres dans une gradation à l'infini. Ainsi, c'est supposer une chaîne d'Etres qui séparément ont été produits par une cause, & qui tous ensemble n'ont été produits par rien, ce qui est une contradiction dans les termes. Il y a donc

un Etre qui existe nécessairement, puisqu'il implique contradiction qu'un tel Etre n'existe pas.

4°. Tout ce qui nous environne naît & périt successivement ; rien ne joüit d'un état nécessaire, tout se succede, & nous nous succedons nous-mêmes les uns aux autres ; il n'y a donc que de la contingence dans tous les Etres qui nous environnent, c'est-à-dire, que le contraire est également possible, & n'implique point contradiction, (car c'est ce qui distingue un Etre contingent d'un Etre nécessaire.)

5°. Tout ce qui existe a une raison suffisante de son existence, ainsi il faut que la raison suffisante de l'existence d'un Etre soit dans lui, ou hors de lui : or la raison de l'existence d'un Etre contingent ne peut être dans lui, car s'il portoit la raison suffisante de son existence en lui, il seroit impossible qu'il n'existât pas, ce qui est contradictoire à la définition d'un Etre contingent ; la raison suffisante de l'existence d'un Etre contingent doit donc nécessairement être hors de lui, puisqu'il ne sauroit l'avoir en lui-même.

6°. Cette raison suffisante ne peut se trouver dans un autre Etre contingent, ni dans une suite de ces Etres, puisque la même question se retrouvera toujours au bout de cette chaîne quelque loin qu'on la puisse étendre : il faut donc en venir à un Etre nécessaire qui contienne la raison suffisante de l'existence de tous les Etres contingens, & de la sienne propre, & cet Etre c'est Dieu.

§. 20.

§. 20. Les attributs de cet Etre suprême sont une suite de la nécessité de son existence. Les attributs de Dieu..

Ainsi il est éternel, c'est-à-dire, qu'il n'a point eu de commencement, & qu'il n'aura jamais de fin, car si l'Etre nécessaire avoit commencé, il faudroit ou qu'il eût agi, avant que d'être, pour se produire, ce qui est absurde, ou bien que quelque chose l'eût produit, ce qui est contre la définition de l'Etre nécessaire. Il est éternel.

Il ne peut avoir de fin, parce que la raison suffisante de son existence résidant en lui, elle ne peut jamais l'abandonner; de plus, ce qui est contraire à une chose nécessaire, implique contradiction, & est par conséquent impossible: il est donc impossible que l'Etre nécessaire cesse d'exister, de la même façon qu'il est impossible que trois fois 3. fassent 8.

Il est immuable, car s'il changeoit il ne seroit plus ce qu'il étoit, & par conséquent il n'auroit pu exister nécessairement: il faut de plus que chaque état successif ait sa raison suffisante dans un état precedent, celui-là dans un autre, & ainsi de suite: or comme dans l'Etre nécessaire on ne parviendroit jamais au dernier état, puisque l'Etre n'a jamais commencé, un état successif quelconque seroit sans raison suffisante, s'il étoit susceptible de succession; ainsi, il ne peut point y avoir de changement, ni de succession dans l'Etre nécessaire. Immuable.

Il suit clairement de ce qu'on vient de dire; Simple.

que

que l'Etre néceſſaire ne ſçauroit être un Etre compoſé, qui n'exiſte qu'autant que ſes parties ſont liées enſemble, & qui peut être détruit par la diſſociation de ces mêmes parties, & que par conſéquent l'Etre exiſtant par lui-même eſt un Etre ſimple.

Le Monde ni notre Ame ne peuvent être l'Etre néceſſaire.

§. 21 Le Monde que nous voyons ne ſçauroit être l'Etre néceſſaire, car il eſt compoſé de parties & il y a une ſucceſſion continuelle en lui, ce qui eſt abſolument contradictoire aux attributs que je viens de montrer appartenir à l'Etre néceſſaire.

Par la même raiſon, la Matiere ni les Elémens de la Matiere ne peuvent point être l'Etre néceſſaire.

Notre Ame ne peut point être non plus cet Etre néceſſaire, car ſes perceptions changeant continuellement, elle eſt dans des variations perpétuelles, mais l'Etre néceſſaire ne peut varier: notre Ame n'eſt donc point l'Etre néceſſaire.

L'Etre exiſtant par lui-même eſt donc un Etre différent du Monde que nous voyons, de la Matiere qui compoſe ce Monde, des élemens qui compoſent cette Matiere, & de notre Ame; & il contient en lui la raiſon ſuffiſante de ſon exiſtence, & de celle de tous les Etres qui exiſtent.

§. 22. On voit aiſément par tout ce qui vient d'être

d'être dit, qu'il ne peut y avoir qu'un Etre nécessaire, car s'il y avoit deux Etres qui existassent nécessairement, & indépendamment l'un de l'autre, il seroit possible que chacun existât seul, & par conséquen tni l'un ni l'autre n'existeroit nécessairement.

L'Etre nécessaire, c'est-à-dire Dieu, doit être unique.

§. 23. Il est évident que tout ce qui est possible n'existe pas, & qu'une infinité de choses qui pourroient arriver, n'arrivent point. Alexandre, par exemple, au lieu de détruire l'Empire des Perses, pouvoit tourner ses armes contre les Peuples de l'Occident, ou bien vivre paisiblement dans son Royaume : il pouvoit prendre enfin une infinité de partis différens de celui qu'il a pris, qui auroient tous fait naître une infinité de combinaisons qui étoient possibles alors, & qui auroient produit des évenemens tous différens de ceux qui sont arrivés ; les évenemens que contiennent les Romans sont dans le même cas ; ils pourroient arriver si une autre suite de choses avoit lieu, ce sont des histoires d'un Monde possible auquel il manque l'actualité, car chaque suite de choses constituë un Monde qui seroit différent de tout autre par les évenemens qui lui seroient particuliers ; ainsi, l'on peut concevoir une telle suite de causes qui auroit fait naître les évenemens qui sont dans Zaïde, ou ceux de la Reine de Navarre, car ces évenemens sont possibles, & il ne leur manque que l'actualité ; de même, on peut concevoir des

Univers

Univers poſſibles, dans leſquels il y auroit d'autres Etoiles & d'autres Planetes; & comme les différens rapports de ces Univers peuvent être combinés d'une infinité de maniéres, il y a une infinité de Mondes poſſibles, dont un ſeul éxiſte actuellement.

Lorſqu'il n'y avoit encore rien de produit, & qu'aucun de ces Mondes poſſibles n'éxiſtoit, ils étoient tous également en pouvoir de parvenir à l'éxiſtence; & ils attendoient, pour ainſi dire, qu'une puiſſance externe les y appellât, & les rendît actuels; car ce qui n'éxiſte point, ne peut contribuer à ſon éxiſtence qu'idéalement; c'eſt-à-dire, autant qu'il renferme certaines déterminations, que le reſte ne renferme pas, & qui peuvent déterminer un Etre Intelligent à le choiſir pour lui donner l'éxiſtence.

Il faut qu'il y ait une raiſon ſuffiſante de l'actualité du Monde que nous voyons, puiſqu'une infinité d'autres Mondes étoient poſſibles: or cette raiſon ne peut ſe trouver que dans les différences qui diſtinguent ce Monde-ci, de tous les autres Mondes: il faut donc que l'Etre néceſſaire ſe ſoit repréſenté tous les Mondes poſſibles, qu'il ait conſidéré leurs arrangemens divers, & leurs différences, pour avoir pû ſe déterminer enſuite à donner l'actualité à celui qui lui plaiſoit le plus.

Dieu eſt un Etre Intelligent.

La repréſentation diſtincte des choſes fait l'entendement, or l'Etre néceſſaire qui a dû ſe repréſenter tous les Mondes poſſibles avant de créer

créer celui-ci, est donc un Etre intelligent, dont l'entendement est infini, car tous les Mondes possibles renferment tous les arrangemens possibles de toutes les choses possibles; ainsi, cet Etre que nous nommons Dieu, est un Etre intelligent, qui voit non-seulement tout ce qui arrive actuellement, mais encore tout ce qui arriveroit dans quelque Combinaison des choses possibles que ce puisse être, car tout ce qui est possible, entre dans les Mondes qu'il contemple sans cesse, & qui se jouent, pour ainsi dire, devant lui.

§. 24. Comme la succession est une imperfection attachée au fini, il n'y a point de succession dans les perceptions de Dieu, qui se représente à la fois tous les Mondes possibles avec tous leurs changemens possibles; & comme il y a dans nos idées une infinité de choses confuses, & que nous ne distinguons point à cause de leur multiplicité, les idées que Dieu a des choses étant infiniment distinctes, elles sont infiniment différentes des nôtres, comme seroit à peu près l'idée que nous avons de la Lune d'avec celle, qu'en auroit un homme qui auroit demeuré longtems dans cette Planete. La façon dont Dieu voit & se représente toutes les choses possibles, est donc incompréhensible pour nous. Ainsi nous ne pouvons nous former d'idée distincte de l'entendement Divin, il est comme la Création, au nombre des choses qu'il

Et son intelligence est infiniment au-dessus de la nôtre.

qu'il nous eſt impoſſible de comprendre & de nier. Souvenons-nous toujours, quand nous voudrons comprendre l'entendement de Dieu, de cet enfant, que Saint Auguſtin vit au bord de la mer, qui eſſayoit de mettre l'Océan dans une cocque de Noiſette; & nous aurons par là une foible idée de la préſomption d'un Etre, dont l'entendement eſt fini, & qui veut ſe faire une idée claire de l'entendement du Créateur.

Il eſt libre. §. 25. Le choix que Dieu a fait parmi tous les Mondes poſſibles, du monde que nous voyons, eſt une preuve de ſa liberté, car ayant donné l'actualité à une ſuite de choſes, qui ne contribuoit en rien par ſa propre force à ſon éxiſtence, il n'y a point de raiſon, qui dut l'empêcher de donner l'éxiſtence aux autres ſuites poſſibles, qui étoient toutes dans le même cas, quant à la poſſibilité: Il a donc choiſi la ſuite de choſes, qui compoſe cet Univers pour la rendre actuelle, par ce qu'elle lui plaiſoit le plus; il a été le maître abſolu de ſon choix; l'Etre néceſſaire eſt donc un Etre libre: car agir ſuivant le choix de ſa propre volonté, c'eſt être libre.

Infiniment ſage. §. 26. Mais le choix qu'il a fait de ce Monde, il ne l'a pas fait ſans raiſon, car l'intelligence ſuprême ne ſe conduira pas ſans intelligence; or puiſque nous jugeons ici-bas qu'un Etre eſt plus ou moins intelligent, ſuivant qu'il ſe détermine par des raiſons plus ou moins ſuffiſantes, Dieu étant

le

le plus parfait de tous les Etres, aucune de ses actions ne peut être sans une raison suffisante : il a donc eu une raison pour se déterminer à créer un Monde, & cette raison est la satisfaction qu'il a trouvée à communiquer une partie de ses perfections, & la raison qui l'a détetminé à donner l'actualité à ce Monde-ci plûtôt qu'à tout autre, a été la plus grande perfection, qu'il a trouvée dans celui-ci ; mais cette raison n'est point hors de Dieu, ni antecedente à lui ; il la trouve dans lui-même, elle fait partie de son intelligence : car tous les Mondes possibles étant des suites de choses coëxistantes, & successives, ces suites possedent différens dégrés de perfection, selon qu'elles sont plus ou moins bien liées ensemble, & qu'elles tendent avec plus ou moins d'harmonie à une fin générale ; or la contemplation de la perfection est la source du plaisir dans les Etres intelligens, car ce qui a le plus de perfection, plaît davantage, & un Etre raisonnable ne desire les choses qu'à proportion qu'il y remarque des perfections ; mais comme notre entendement est borné, & que nous sommes sujets à nous tromper dans les jugemens que nous portons, nous prenons souvent une perfection apparente pour une perfection réelle ; au contraire Dieu voyant les choses avec un entendement infini, il ne peut être trompé par les apparences, ni choisir le mauvais, faute de connoître le meilleur ; il apperçoit donc parmi tous les Mondes possibles le meilleur & le plus parfait, & cette plus grande perfection est la raison suffisante de la préférence, qu'il a donnée à ce Monde-ci sur

tous

tous les autres Mondes possibles: l'Etre nécessaire est donc infiniment sage, car il n'appartient qu'à un Etre, dont la Sagesse est infinie, de choisir le plus parfait.

§. 27. C'est de cette Sagesse infinie du Créateur que les causes finales, ce principe si fécond dans la Physique, & que quelques Philosophes en ont voulu bannir bien mal-à-propos, tirent leur origine; tout marque un dessein, & c'est être aveugle, ou vouloir l'être, que de ne pas appercevoir que le Créateur s'est proposé dans le moindre de ses Ouvrages des fins, qu'il obtient toujours, & que la Nature travaille sans cesse à exécuter: ainsi, cet Univers n'est point un chaos, une masse desordonnée, sans harmonie, & sans liaison, comme quelques déclamateurs voudroient le persuader; mais toutes les parties y sont arrangées avec une sagesse infinie, & aucune ne pourroit être transplantée ni ôtée de sa place, sans nuire à la perfection du tout.

En étudiant la Nature, on découvre quelque partie des vûës, & de l'art du Créateur dans la construction de cet Univers: ainsi, Virgile a eû raison de dire: *Felix qui potuit rerum cognoscere causas;* puisque la connoissance des causes nous éleve jusqu'au Créateur, & nous fait entrer dans le mystére de ses desseins, en nous faisant voir l'ordre admirable, qui régne dans l'Univers & les rapports de ses différentes parties, qui ne sont pas seulement des rapports nécessaires de situation

situation, comme d'être en haut ou en bas; mais des rapports d'un dessein dont tout porte l'empreinte; & plus le Monde vieillit, plus les hommes poussent loin leurs découvertes, & plus on trouve un dessein marqué dans la fabrique du Monde, & de la moindre de ses parties.

§. 28. Ce monde-ci est donc le meilleur des Mondes possibles, celui où il régne le plus de varieté avec le plus d'ordre, & où le plus d'effets sont produits par les Loix les plus simples. C'est l'Univers qui occupe la pointe de la piramide *, & qui n'en a point au-dessus de lui, mais bien une infinité au dessous qui décroissent en perfection, & qui n'étoient point dignes par conséquent d'être choisis par un Etre infiniment sage.

Ce Monde-ci est le meilleur des Mondes possibles.

Toutes les objections tirées des maux qu'on voit régner dans ce Monde s'évanoüissent par ce principe, Dieu les souffre dans l'Univers en tant qu'ils entrent dans la meilleure suite des choses possibles, & dont ils ne sçauroient être ôtés, sans ôter quelques perfections au tout; car tout l'Univers est lié ensemble, le moindre événement tient à une infinité d'autres qui

Les imperfections des parties contribuent à la perfection du tout dans cet Univers.

* M. de Leibnits continuant dans sa Théodicée le Dialogue entre Boëce & Valla, introduit le Prêtre d'Apollon, qui veut savoir l'origine des malheurs de Sexte Tarquin, & qui cherche cette origine dans le Palais des destinées, qui étoit une piramide composée de tous les Mondes possibles, dans laquelle le meilleur, qui étoit celui-ci, où Tarquin commettoit les crimes qui ont été la cause de la liberté Romaine, occupoit la pointe.

l'ont précédé, & une infinité d'autres tiennent à lui, & en naîtront. Pour juger donc d'un événement, il n'en faut point juger en particulier, & hors de la liaiſon, & de la ſuite des choſes; mais il en faut juger par rapport à l'Univers entier, & par les effets qu'il produit dans tous les lieux, & dans tous les tems. Car de vouloir juger par un mal apparent de la perfection de l'Univers, c'eſt juger d'un tableau entier par un ſeul trait, & c'eſt une chimére de s'imaginer que toutes les imperfections puiſſent être ôtées, & le tout reſter le même, ou devenir plus parfait: l'imperfection dans la partie contribue ſouvent à la perfection du tout; car lorſqu'il faut ſatisfaire à pluſieurs régles à la fois pour arriver à une perfection générale, les régles ſe contrediſent ſouvent, & forcent à des exceptions qu'il eſt impoſſible d'éviter, d'où naiſſent les imperfections dans la partie, leſquelles ne laiſſent pas de contribuer au tout le plus parfait qu'il ſoit poſſible d'éxécuter. L'œil humain, par exemple, ne pourroit voir les moindres parties d'un objet ſans perdre la vûë du tout; nous verrions quelques points, très-diſtinctement, ſi nos yeux étoient des Microſcopes, mais nous en perdrions l'enſemble. Il faut donc que notre vûë ſoit moins diſtincte pour ſe proportionner à nos beſoins, puiſque la diſtinction des moindres parties, & la vûë totale de l'enſemble ne peuvent être réünis; car il nous eſt plus utile de voir l'objet entier que de diſtinguer

guer tous ses points les uns après les autres : ainsi c'est une chimére de croire que l'œil de l'homme eût été plus parfait, s'il eût distingué les moindres parties des choses, puisqu'au contraire une telle vûë nous eût été presqu'inutile.

La volonté générale de Dieu va sans doute au bien & à la perfection de chaque chose en particulier ; mais sa volonté conséquente, qui est le résultat de toutes ses volontés antécedentes, & qui peut seule s'éxécuter, va au bien, & à la plus grande perfection du tout, à laquelle la perfection des parties doit céder.

Il est vrai que nous ne pouvons voir tout ce grand tableau de l'Univers, ni montrer en détail comment la perfection du tout résulte des imperfections apparentes que nous croyons voir dans quelques parties, car il faudroit pour cela se représenter l'Univers entier, & pouvoir le comparer avec tous les autres Univers possibles, ce qui est un attribut de la Divinité (§. 23.) Mais notre impuissance sur cela ne peut nous faire douter que l'Intelligence suprême n'ait choisi le meilleur des Mondes pour lui donner l'éxistence ; car l'Etre nécessaire qui se suffit à lui-même, & qui n'a besoin d'aucune chose hors de lui, n'a pû se proposer d'autres fins dans la Création de cet Univers, que de communiquer une partie de ses perfections à ses Créatures, & de faire un ouvrage digne de lui, puisqu'il se seroit manqué à lui-même, & qu'il auroit dérogé à ses perfections, s'il avoit pro-

duit un Monde indigne de ſa Sageſſe.

Une ſuite de l'enchaînement des parties & du tout, c'eſt que toute imperfection ne peut être ôtée à l'homme; l'homme eſt un être fini, borné & limité dans tout par ſon eſſence : or combien de maux ne nous arrive-t'il pas, parceque notre entendement eſt limité, parce que nous ne ſaurions tout ſavoir, tout entendre, ni nous trouver par tout où notre préſence ſeroit néceſſaire ? Mais ce ſont là des facultés que la Créature ne pourroit avoir ſans devenir un Dieu : ainſi, les imperfections qui ſont dans la Créature une ſuite de ſes limitations, ſont des imperfections néceſſaires.

L'Etre ſuprême eſt infiniment bon.

§ 29. Il ſuit de tout ce que je viens de dire, que l'Etre ſuprême eſt infiniment bon ; car s'étant déterminé à créer un Monde pour communiquer une partie de ſes perfections infinies, il s'eſt déterminé à accorder l'actualité à la meilleure ſuite de choſes poſſibles ; il a accordé à chaque choſe en particulier, autant de perfection eſſentielle qu'elle en pouvoit recevoir; & il a dirigé par ſa Sageſſe les maux qui étoient inévitables dans cette ſuite de choſes à de plus grands biens.

Et infiniment puiſſant.

§. 30. Il eſt infiniment puiſſant ; car Dieu s'étant repréſenté de toute éternité, tout ce qui eſt poſſible, ſon entendement eſt la ſource de toute poſſibilité, & rien ne pouvant jamais devenir

venir poſſible que ce que Dieu a conçu comme tel, & rien n'étant actuel que ce à quoi il a bien voulu accorder l'éxiſtence, il eſt le principe de la poſſibilité, & de l'actualité de tout ce qui eſt actuel & poſſible.

Son entendement eſt le principe de la poſſibilité, & ſa volonté, la ſource de l'actualité des choſes.

§. 31. Dieu eſt le Maître abſolu de cette ſuite de choſes à laquelle il a accordé l'éxiſtence, il peut la changer & l'anéantir; car de même qu'on a vû qu'un Etre contingent ne peut ſe donner l'éxiſtence, il ne peut non plus ſe la conſerver un moment par ſa propre force. Ainſi, la raiſon de l'éxiſtence continuée ne peut être dans la Créature, qui ne peut ni commencer, ni continuer d'être, que par la volonté du Créateur, dont elle a beſoin à tout moment pour ſe ſoutenir dans l'actualité qu'il lui a donnée.

CHAPITRE III.

De l'Essence, des Attributs & des Modes.

§. 32.

COMME je ferai obligé d'employer souvent dans cet Ouvrage les termes d'*essence*, de *modes*, & d'*attributs*, & qu'il est assez ordinaire que ceux qui les prononcent ayent des idées fort différentes de leur signification, je crois qu'il ne sera pas inutile de fixer ces idées, & de vous apprendre ce que vous devez entendre par ces mots ; car de la véritable notion de l'essence, & de l'attribut dépendent

dépendent des vérités très-importantes en Physique.

§. 33. Ce qui est impossible ne peut exister, car on appelle impossible ce qui implique contradiction ; or si ce qui implique contradiction pouvoit exister, une chose pourroit être, & n'être pas en même tems : ce qui est démontré faux pour tous les hommes.

§. 34. Tout ce qui est possible peut exister, car lorsqu'une chose ne renferme rien de contradictoire, on ne peut rien imaginer qui s'oppose à la possibilité de son existence ; la possibilité des choses dépend donc de la non-contradiction de leurs déterminations ; & dès qu'une chose ne renferme rien de contradictoire, par cela même elle est possible. Un triangle, par exemple, peut être décrit parce qu'il n'est point contradictoire que trois lignes puissent être assemblées à leurs extrémités & renferment un espace : ainsi, quel'on décrive un triangle, ou que l'on n'en décrive point, le triangle reste toujours également possible : la description execute ce qui étoit possible auparavant, mais elle n'ajoute rien de nouveau ; cela fait voir la nécessité de distinguer, comme j'ai fait ci dessus, entre actuel & possible. Tout ce qui est possible n'est pas actuel, quoique tout ce qui est actuel soit possible : ainsi, il faut une cause externe pour l'actualité, c'est-à-dire, pour l'existence, qui est le complement de la possibilité ; & sans l'actualité un

Etre resteroit éternellement dans le pays des possibles, (si je puis m'exprimer ainsi) & ne parviendroit jamais à l'existence.

Définition de ce qu'on appelle un Etre.

§. 35. On appelle donc, *un Etre*, ce qui peut exister, & dont les déterminations n'impliquent aucune contradiction, soit que cet Etre existe, soit qu'il soit seulement possible : car nous parlons souvent d'Etres passés, ou futurs, & donnons par conséquent le nom d'*Etre* à tout ce qui est possible, soit qu'il existe ou non, mais on appelle *Etre de raison*, *chimere*, ce qui implique contradiction, & ne peut jamais exister, c'est-à-dire, ce qui est impossible.

Les Etres ont des déterminations variables & des déterminations constantes.

§. 36. Lorsque nous considerons les Etres qui nous environnent, nous y remarquons des déterminations variables & des déterminations constantes : une pierre, par exemple, est tantôt chaude & tantôt froide, mais elle est toujours dure, composée de parties, & pesante. La dureté, la pesanteur, la divisibilité sont donc les déterminations constantes de l'Etre que nous appellons une pierre ; & la chaleur, la couleur, &c. sont ses déterminations variables. Ainsi, l'Horloge à Pendule qui est sur cette cheminée, a toujours les mêmes rouës, le même ressort, &c. mais la situation de ses différentes parties entre elles varie à tout moment pendant qu'elle va. De même les côtés & les angles d'un triangle demeurent inalterables, soit qu'on inscrive

ce

ce triangle dans un cercle, ou qu'on le circonscrive à ce cercle, ou que l'on abaisse une perpendiculaire de son sommet sur sa base.

§. 37. Lorsque l'on considere avec attention les déterminations constantes, & qu'on les compare entre elles, on remarque que quelques unes dépendent tellement des autres, qu'elles ne sçauroient subsister, ni avoir lieu dans l'Etre sans les premieres, au lieu que les premieres ne dépendent nullement les unes des autres, & ne se déterminent point mutuellement; mais qu'elles sont seulement telles, qu'elles peuvent subsister ensemble, & être combinées, sans s'entredétruire. On voit, par exemple, que trois côtés & trois angles sont également des déterminations permanentes & invariables dans un triangle, cependant avec plus d'attention, on s'apperçoit que lorsque deux lignes droites sont jointes par leurs extrêmités, elles ne se déterminent point l'une l'autre, & qu'elles peuvent faire un angle, ou n'en point faire; & faire un angle d'une certaine grandeur, ou d'une autre: mais cet angle & ces deux côtés une fois déterminés, les deux autres angles & le troisiéme côté le sont aussi; & il faut absolument les faire de la grandeur que ces premieres déterminations exigent, car toute autre maniere est impossible. Ainsi, le troisiéme côté, & les deux autres angles d'un triangle, dépendent des deux côtés & de l'angle compris.

Ce que c'est qu'essence, & en quoi elle consiste.

§. 38.

§. 38. Lorſque l'on veut concevoir comment un Etre eſt poſſible, ce n'eſt point les déterminations variables qu'il faut conſidérer, car ces déterminations ſubſiſtant tantôt, & tantôt ne ſubſiſtant plus, elles ne peuvent point entrer dans le nombre de celles qui conſtituent un Etre, puiſque cet Etre peut ſubſiſter malgré leurs variations.

On ne peut point non plus poſer, pour concevoir cet Etre, les déterminations conſtantes qui découlent, & ſont elles-mêmes déterminées par d'autres déterminations qui les précedent; car on veut ſçavoir ici comment l'Etre eſt poſſible, & ce qui le rend poſſible : il faut donc aſſembler les déterminations de cet Etre qui ne ſe repugnent point l'une à l'autre, & qui ne ſont point des ſuites néceſſaires d'autres déterminations antécedentes, comme ſont, par exemple, dans un triangle, les deux côtés & l'angle compris; car comme le troiſiéme côté & les deux autres angles ne ſont poſſibles, qu'autant que les deux côtés & l'angle compris ſont poſés, il faut poſer les deux côtés & cet angle avant le troiſiéme côté, & les deux autres angles : ainſi, les déterminations primordiales ſont celles qui conſtituent l'eſſence d'un Etre.

Puiſque c'eſt par ſon eſſence qu'un Etre devient poſſible, quand on veut connoître la poſſibilité d'un Etre, il faut connoître ſon eſſence, c'eſt-à-dire, la maniere dont cet Etre peut être produit : ainſi, l'eſſence eſt la premiere

choſe

chose que l'on puisse concevoir dans un Etre; & aucun Etre ne sçauroit subsister sans essence.

§. 39. Tout ce qui se déduit de l'essence appartient constamment à l'Etre, & c'est ce qu'on appelle, *attribut* ou *propriété*. Tout ce qui repugne à l'essence d'un Etre, c'est-à-dire, à ses déterminations primordiales & essentielles, ne sçauroit se trouver dans cet Etre, mais tout ce qui n'est point contradictoire à ces déterminations peut s'y trouver, quoiqu'il ne s'y trouve pas toujours; & c'est là l'origine des attributs, & des proprietés variables, ou des modes. Il répugne, par exemple, à l'essence d'un triangle d'avoir quatre côtés, parce que l'essence du triangle exclut le quatriéme côté; mais il ne repugne point à cette essence que le triangle soit partagé en deux par une ligne tirée du sommet sur la base.

Les attributs ou proprietés découlent de l'essence.

Tout ce qui se trouve dans un Etre doit donc se rapporter ou aux proprietés essentielles & primordiales, ou aux attributs, ou aux modes. Ainsi, les proprietés essentielles & primordiales, ou l'essence d'un triangle sont deux côtés & l'angle compris: ses attributs sont un côté & deux angles; & ses modes sont d'être inscrit, circonscrit, &c..

§. 40. Les proprietés primordiales & les attributs sont constamment dans l'Etre, & ne l'abandonnent

bandonnent jamais ; mais les modes peuvent s'y trouver, & ne s'y trouver pas : & il n'y a que leur poſſibilité de néceſſaire, & d'invariable.

§. 41. Il n'y a point de raiſon primitive & intrinſeque pour que les déterminations eſſentielles d'un Etre ſe trouvent dans cet Etre, car ces déterminations étant ce que l'on peut concevoir de premier dans l'Etre, on y peut concevoir quelqu'autre choſe d'anterieur d'où les déterminations premieres dépendent elles-mêmes : ainſi, par exemple, il y a une raiſon premiere & interne pourquoi le triangle équilateral a ſes trois angles égaux ; mais il n'y en a point pourquoi ſes trois côtés ſont égaux. Car ces trois côtés égaux ſont ce que l'on prend pour démontrer l'égalité des trois angles : car un triangle eſt déterminable de pluſieurs façons ; il peut être équilateral, ou ſcalene ; mais c'eſt moi qui le détermine à être équilateral, en faiſant ſes trois côtés égaux. Il en eſt des déterminations eſſentielles d'un Etre, comme des données d'un problême, qui ſont des déterminations ſimplement poſſibles, qui ne ſe contrediſent & ne s'entredétruiſent point ; & qui ſont naître par leur combinaiſon quelque nouvelle détermination qu'on doit chercher. Si ces premieres déterminations qu'on nomme les *déterminantes*, avoient une raiſon intrinſeque pourquoi elles ſont enſemble, le problême

Différence entre déterminations eſſentielles & attributs.

problême seroit plus que déterminé ; pour trouver, par exemple, le quatriême côté L. d'un trapese, on donneroit plus de déterminations qu'il n'en faut pour la solution du problême, en donnant les trois côtés A. B. C. & les trois angles *o. u. r.* puisque les trois côtés A. B. C. avec les deux angles *o.* & *u.* suffisent pour déterminer tout ce qui convient à ce trapese, & le troisiéme angle *r.* étant déja déterminé lui-même par ces données, il ne doit point entrer dans le nombre des déterminantes : car ces données n'ont point de déterminations intrinseques, & leur grandeur peut varier, & être telle que celui qui donne le problême le juge à propos ; mais l'angle *r.* est déterminé par les trois côtés A. B. C. & les deux angles *o.* & *u.* & sa grandeur ne sçauroit varier. *Planche* 1e. *Fig.* 5. *Num.* 2.

§. 42. Il est évident par-là que les proprietés ou attributs, ont leur raison suffisante dans les déterminations essentielles ; car puisque ces essentielles étant posées, les proprietés le sont aussi, on peut comprendre par la nature des déterminations essentielles pourquoi les attributs ou proprietés, sont plutôt telles, que tout autrement. Ainsi, on voit que la grandeur des angles *r.* & *s.* & du côté L. du trapese A. B. C. L. découle de la grandeur des trois autres côtés, & des deux autres angles qui sont les déterminations essentielles du trapese A. B. C. & qui sont son essence ; & ces essentielles déterminantes *Fig.* 5. *Num.* 2.

terminantes variant, les attributs ou propriétés varient auſſi néceſſairement : elles ſont les inconnuës d'un problême, qui doivent avoir leur raiſon ſuffiſante dans les données, puiſque ſans cela il ſeroit impoſſible de reſoudre le problême, & de les déterminer

Ce qu'on appelle modes.

§. 43. Les modes ſont la limitation du ſujet dont ils ſont les modes : tout ce qui ne repugne point aux déterminations eſſentielles, quoique les eſſentielles ne le déterminent point, eſt un *mode* : ainſi, l'on peut comprendre par ces eſſentielles, pourquoi un mode eſt poſſible, mais non pas pourquoi il devient actuel ; car ſi les déterminations eſſentielles contenoient la raiſon de l'actualité des modes, les modes deviendroient des attributs, puiſqu'il ſeroit impoſſible qu'ils ne ſe trouvaſſent pas dans l'Etre.

Leur poſſibilité découle de l'eſſence, mais non de leur actualité.

§. 44. Ainſi la ſimple poſſibilité des modes reconnoit ſa raiſon ſuffiſante dans l'eſſence ; mais leur actualité dépend, ou d'autres modes antécedens, ou d'Etres extérieurs ; ou de l'un & de l'autre à la fois.

Les attributs ne peuvent pas non plus contenir la raiſon de l'actualité des modes, car ce qui eſt fondé dans les attributs, eſt originairement fondé dans l'eſſence, d'où les attributs dépendent ; & ainſi les modes actuels ſeroient néceſſaires & immuables comme les attributs mêmes, ſi la raiſon de leur actualité ſe trouvoit dans

dans les attributs : or puiſque cette raiſon ne ſe peut trouver dans l'eſſence ni dans les attributs d'un Etre, ſi elle ſe trouve dans l'Etre même, il faut qu'elle ſoit fondée dans les modes antécédens; car un Etre n'a que ſon eſſence, ſes attributs, & ſes modes: ſi elle n'eſt pas dans l'Etre même, il faut qu'elle ſe trouve dans les Etres extérieurs, & ſi une partie ſeulement de cette raiſon ſe trouve dans l'Etre, il faut que le reſte ſe trouve dans les Etres extérieurs, pour que la raiſon de l'actualité des modes devienne ſuffiſante.

Un exemple éclaircira tout ceci, la poſition donnée des parties d'un Horloge, par exemple, ne dépend point de ſon eſſence, parce qu'elle peut changer ; la poſſibilité de cette poſition dérive ſeulement de l'eſſence : mais ſon actualité vient de la poſition précédente ; & ſi un agent extérieur faiſoit tourner les roues de cet Horloge, l'actualité de la nouvelle poſition que ſes parties acquerroient, dependroit en partie de cet Etre extérieur, qui applique ſa force à faire remuer les rouës, & en partie de la poſition précédente, dans laquelle il a trouvé les rouës de cet Horloge avant de les faire tourner.

Les mouvemens du Corps humain peuvent encore ſervir d'exemple ; car tous les mouvemens que je puis faire avec mon bras ſont poſſibles par mon eſſence ; mais l'actualité d'un mouvement quelconque, dépend en partie des objets

objets extérieurs qui m'y déterminent, & en partie de la situation antécédente de mon bras.

§. 45. Comme l'essence consiste dans la non répugnance de l'assemblage de plusieurs déterminations pour faire un seul Etre, on voit que la possibilité des essences actuelles est nécessaire, & qu'il implique contradiction, qu'il y ait eû un tems où une essence qui est possible à présent, ait été impossible, parce qu'il faudroit pour cela qu'une chose pût être possible & impossible, en même tems. L'essence d'un triangle, par exemple, consiste en ce qu'il ne repugne point que trois Lignes données, dont deux prises ensemble sont plus grandes que la troisiéme, renferment une espace, & l'on ne peut jamais concevoir que cela devienne impossible, sans admettre que les mêmes déterminations puissent se repugner, & ne se point repugner en même tems.

Ces essences sont nécessaires.

§. 46. De même que les essences sont possibles de toute éternité, elles sont invariables: car si on substituë à la place d'une des déterminations qui constituent l'essence d'un Etre, une autre détermination qui puisse subsister avec les autres, (car sans cela cette substitution de détermination ne pourroit avoir lieu) on aura un Etre nouveau; mais le premier n'aura pas été changé pour cela dans sa possibilité, ni dans son essence. Ainsi, par exemple, si à la place d'un

Elles sont invariables comme les nombres.

d'un des côtés d'un triangle, on en met deux autres, on ne détruit ni on ne change pas pour cela l'essence du triangle; mais on fait une Figure à quatre côtés, c'est à-dire, un Etre d'une nouvelle espéce.

Ainsi, les Scholastiques avoient raison de dire que les essences sont comme les Nombres: rien n'est plus juste que cette comparaison, qui même est une espece de démonstration qui éclaircit merveilleusement cette doctrine des essences; car, pour faire un nombre, on combine quelques unités, dont la combinaison n'est point nécessaire, mais seulement possible: or si vous ôtez une de ces unités, ou que vous leur en ajoutiez une, vous aurez un autre nombre; ainsi rien ne peut être ôté, ni ajoûté à un nombre, *salvo Numero*, sans la destruction de ce nombre. Il en est de même des essences; quelques déterminations qui ne sont point nécessairement ensemble, mais qui ne se repugnent point, constituënt l'essence; & quoique vous en ôtiez ou y ajoûtiez, l'essence ne demeure plus la même, ce n'est plus le même Etre; mais il en nait l'essence d'un autre Etre très-différent du premier.

§. 47. Il suit encore de ce qu'on a dit sur le fondement des attributs, qu'ils sont incommunicables : car ayant leur raison suffisante dans l'essence, il est impossible de les transporter ailleurs; & il ne peut se trouver d'attributs dans

Les attributs sont incommunicables.

un ſujet que ceux qui découlent de ſon eſſence. Ce qui finit cette diſpute ſi fameuſe parmi les Philoſophes, ſi Dieu a pû donner la penſée à la matiere ou non ; car il ſuit néceſſairement de la Doctrine des eſſences, qu'il ne peut y avoir de propriétés dans un ſujet que celles qui naiſſent de ſon eſſence, c'eſt-à-dire, de la Combinaiſon de ſes déterminations eſſentielles & invariables. Tous les Philoſophes avouent que la matiére, en tant que matiére, c'eſt-à dire, en tant qu'étenduë & impénétrable ne peut former une penſée ; mais ils diſent, *que Dieu a peut-être donné à la matiére l'attribut de la penſée, quoiqu'elle ne l'ait point par ſon eſſence, & qu'ainſi, comme on ne ſait point ce qu'il a plû à Dieu de faire, on ne peut ſavoir non plus ſi ce qui penſe en nous eſt matiére ou non.* Puiſqu'ils avouent que la penſée n'eſt point fondée dans l'eſſence de la matiére, & qu'elle n'eſt point un attribut de la matiére, elle ne peut pas non plus lui avoir été communiquée, puiſque par la Doctrine des eſſences, les attributs ſont incommunicables, & qu'ils doivent tous avoir leur fondement dans l'eſſence : il eſt donc impoſſible que la penſée puiſſe être un attribut de la matiére.

D'où il ſuit que la penſée ne peut-être l'attribut de la matiére.

Locke de l'Entendement Humain.

§. 48. J'ai dit dans le Chapitre précédent (§. 30.) que l'entendement de Dieu étoit la ſource des poſſibles, mais comme cette matiére eſt de la derniére importance dans la Phyſique

sique, je crois nécessaire de l'éclaircir ici.

De quelle maniere l'entendement Divin est la source des possibles.

L'entendement Divin est la source de tout ce qui est possible, parce que toutes les choses possibles avec toutes leurs déterminations possibles y sont contenues, mais les essences des choses, c'est à-dire, les premieres déterminations, par la combinaison desquelles elles deviennent possibles, & dont toutes leurs propriétés découlent, ont leur fondement dans le principe de contradiction, & sont possibles, parce qu'il n'implique point contradiction que de telles ou telles déterminations puissent être assemblées d'une telle, ou d'une telle maniére. Ainsi l'essence d'un Cercle consiste dans une Ligne dont tous les points sont également éloignés d'un autre point qu'on nomme centre : or il n'implique point contradiction qu'une Ligne puisse être tournée autour d'un point fixe pour décrire un Cercle, & il est impossible de concevoir que cela ait jamais impliqué contradiction. Ainsi, les essences des choses ne sont point arbitraires, & ne dépendent point de Dieu : car si les choses n'étoient possibles que parce que Dieu l'a voulu ainsi, elles deviendroient impossibles s'il le vouloit autrement, c'est-à-dire, que tout seroit possible & impossible en même temps, ce qui est une contradiction dans les termes : ainsi dire que les essences ne dépendent pas de Dieu, c'est dire simplement que Dieu ne peut pas les contradictoires, ce qui n'est pas une négation de puissance.

Les essences, c'est-à-dire, la possibilité des choses, ne dépend point de la volonté de Dieu.

Absurdité inséparable de l'opinion qui fait les essences des choses arbitraires.

Si l'on accordoit que les essences des choses dépendissent de la volonté de Dieu, il s'ensuivroit encore une autre contradiction bien palpable; car l'entendement de Dieu consistant dans la représentation des possibles, si la possibilité des choses dépendoit de sa volonté, il faudroit dire que Dieu a été sans entendement, pendant que sa volonté étoit occupée à créer des possibles: or il n'y auroit point eu alors de raison pour laquelle il eût pû se déterminer à accorder la possibilité à certaines choses plûtôt qu'à d'autres, puisqu'il ne les connoissoit pas. Ainsi, c'est comme si l'on disoit que l'entendement ou la représentation des choses étoit en Dieu, avant l'entendement & la représentation des choses, ce qui est une contradiction dans les termes.

§. 49. Quoique l'essence des choses ne dépende pas de Dieu, cependant il ne s'ensuit pas qu'il y ait rien hors de lui; car les idées qui représentent la possibilité des choses sont essentielles à Dieu, & son entendement contient tout ce qui est possible, & tout ce qui ne s'y trouve point est impossible. Ainsi, l'entendement Divin est la région éternelle des vérités, & la source des possibilités, de même que sa volonté est la source de l'actualité & de l'existence.

On doit donc dire que l'actualité des choses dépend de la volonté de Dieu, car ayant donné l'existence

l'éxiſtence à ce Monde plûtôt qu'à tout autre Monde poſſible, le Monde éxiſte, parce que Dieu l'a voulu, & un autre éxiſteroit s'il l'avoit voulu autrement; mais la poſſibilité des choſes a ſa ſource dans l'entendement de Dieu qui a conçû néceſſairement tout ce qui eſt poſſible de toute éternité, mais non pas dans ſa volonté qui ne peut ſe déterminer que conſéquemment à ce que ſon entendement ſe repréſente. Ainſi, on ne doit rien admettre comme vrai en Philoſophie, quand on ne peut donner d'autre raiſon de ſa poſſibilité que la volonté de Dieu, car cette volonté ne fait point comprendre comment une choſe eſt poſſible. Ainſi, on ne peut concevoir comment un auſſi grand homme que Deſcartes a pû penſer que les eſſences étoient arbitraires, puiſque cette opinion eſt entierement renverſée par le principe de contradiction, que lui-même avoit poſé dans le commencement de ſa Philoſophie.

L'actualité des choſes dépend de la volonté de Dieu.

§. 50. Ainſi quand il eſt queſtion d'admettre quelques propriétés dans un Etre, il faut voir ſi cette propriété découle de ſon eſſence, c'eſt-à-dire, des déterminations primordiales qui le rendent poſſible; car en tant qu'un Etre eſt conſidéré ſeul, il faut montrer ſa poſſibilité intrinſeque par le principe de contradiction, & ſa poſſibilité externe, ou ſon actualité par le principe de la raiſon ſuffiſante & de là déduire les attributs de cet Etre, & les modes dont

Comment on doit juger quelles propriétés appartiennent a un Etre.

il eſt ſuſceptible. Et quand on conſidere cet Etre comme placé dans la ſuite des choſes, & lié avec les autres Etres qui l'environnent; il faut montrer comment un Etre dépend de ſon voiſin, & quelles cauſes ont donné l'actualité aux modes qui étoient ſimplement poſſibles, lorſque l'Etre étoit conſideré comme iſolé & hors de la ſuite des choſes : c'eſt de cette maniére que Dieu a exécuté ſa volonté, & que l'on doit chercher à rendre raiſon des choſes dans la Philoſophie.

Cette ſeule vérité de l'immuabilité des eſſences, bannit tout d'un coup de la Philoſophie toutes les hipotheſes précaires, & tous les monſtres ſortis de l'imagination des hommes, qui ont tant retardé le progrès des Sciences & de l'eſprit humain : telles ſont les forces primitives des Scholaſtiques qui ſe trouvoient dans la matiére, ſans autre raiſon que la volonté de Dieu : telle ſeroit l'attraction ſi on en vouloit faire une propriété inhérente de la matiére : telle eſt enfin, comme je l'ai dit ci-deſſus, (§. 47.) l'idée du célébre Locke ſur la poſſibilité de la matiére penſante.

De la Subſtance.

§. 51. On peut expliquer par ce principe de l'immutabilité des eſſences, ce que c'eſt que Subſtance dont tout le monde parle, & dont perſonne n'a encore donné une bonne définition.

Les Scholaſtiques définiſſoient la Subſtance, *Ens quod per ſe ſubſiſtit & ſuſtinet accidentia*, c'eſt-à-dire,

c'eſt-à-dire, *un Etre qui ſubſiſte par lui-même & eſt le ſoutien des accidens*: mais quand on veut ſçavoir ce que c'eſt que *ſubſiſter par ſoi-même, ſoutenir des accidens, & la maniére dont ils ſont ſoutenus*, on ne reçoit pour toute réponſe que de nouveaux mots à définir, & auſquels aucune idée diſtincte n'eſt attachée. Définition de la Subſtance par les Scholaſtiques.

Deſcartes n'a pas été plus loin que les Scholaſtiques ſur ce ſujet, car il définit la Subſtance, *un Etre qui éxiſte tellement qu'il n'a beſoin d'aucun autre Etre pour ſon éxiſtence*: or on voit bien que cela revient au *per ſe ſubſiſtere* des Scholaſtiques, & que de plus, ſi on prend cette définition à la rigueur, il n'y aura que Dieu qui ſoit une véritable Subſtance, puiſque toutes les Créatures ſubſiſtent par lui & que lui ſeul ſubſiſte par lui-même.

M. Locke lui-même s'arrête à la notion imaginaire de la Subſtance, telle que les ſens & l'imagination la donnent au vulgaire, il dit: *que la Subſtance n'eſt autre choſe qu'un ſujet que nous ne connoiſſons pas, & que nous ſuppoſons être le ſoutien des qualités dont nous découvrons l'éxiſtence, & que nous ne croyons pas pouvoir ſubſiſter*, ſine re ſubſtante, *ſans quelque choſe qui les ſoutienne, & que nous donnons à ce ſoutien le nom de Subſtance qui, rendu nettement en François veut dire, ce qui eſt deſſous, ou ce qui ſoutient.* On voit aiſément que cette notion de la Subſtance eſt entierement confuſe, comme M. Locke l'avoue lui-même, Idée de M. Locke ſur la Subſtance. *Locke liv. 2. ch. 23.*

& qu'elle n'eſt autre choſe qu'une eſpéce de comparaiſon qui a quelque reſſemblance avec la notion véritable.

D'autres Philoſophes ont nié la diſtinction entre Modes & Subſtances, croyant que tout ce qui appartient à l'Etre étoit également néceſſaire, & que les Modes devenoient des Subſtances, & les Subſtances des Accidens ſelon qu'on les conſidéroit, confondant ainſi les ſubſtantifs de la Grammaire qui ſont des Subſtances par fiction, avec les véritables Subſtances de la Nature. Ainſi, quand je dis *blanc*, j'exprime un mode; mais j'en fais une Subſtance par fiction, quand je dis *blancheur*, quoique la blancheur ne puiſſe jamais être une véritable Subſtance.

Véritable notion de la Subſtance.

§. 52. On a vû ci deſſus (§. 36.) que chaque Etre a des déterminations conſtantes, qui demeurent toujours les mêmes pendant que l'Etre ſubſiſte, & des déterminations variables qui changent pendant que les autres durent. Nous avons vû de plus, que les attributs découlent néceſſairement des déterminations eſſentielles, ainſi que la poſſibilité des modes, dont l'actualité ſeule eſt variable (§. 39. & 43.) Or il ſuit de-là, que les déterminations eſſentielles ſont le ſoutien de l'Etre, où ce *ſubſtratum*, qui a tant embarraſſé les Philoſophes; car les déterminations eſſentielles étant ôtées, les attributs tombent comme en ruine, de même que les modes, & alors l'Etre n'éxiſte plus, n'eſt plus lui.

Ainſi

Figures des Chapitres 1. 2. et 3.

Fig. 1

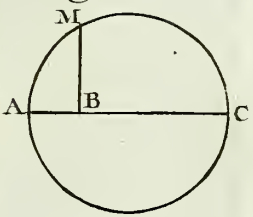


Fig. 2

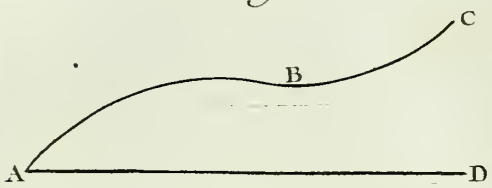


Fig. 3.

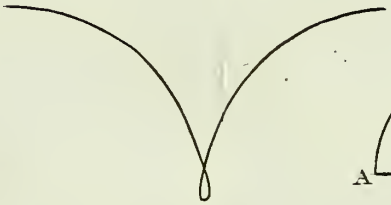


Fig. 4

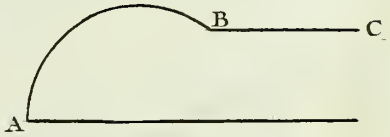


Fig. 5 num. 1?

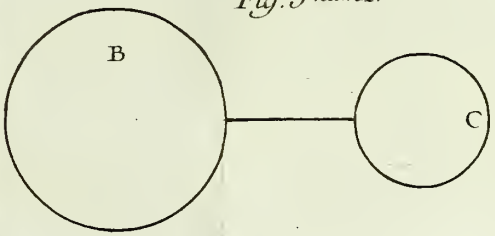
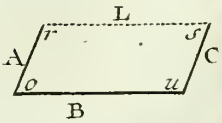


Fig. 5 num. 2?



Ainſi, l'eſſence eſt la ſource des attributs & de la poſſibilité des modes, ainſi elle eſt comme le ſupport & le ſoutien de tout ce qui peut convenir à l'Etre; & l'on peut définir la Subſtance, *ce qui conſerve des déterminations eſſentielles & des attributs conſtans, pendant que les modes y varient & ſe ſuccedent*; c'eſt-à-dire, un ſujet durable & modifiable: car en tant qu'il a une eſſence & des propriétés qui en découlent, il dure & continuë d'être le même, & en tant que ſes modes varient, il eſt modifiable: mais un Etre qui n'eſt point modifiable eſt un accident, comme le blanc, par exemple; car la moindre modification de cette couleur la change en une autre, & elle ne peut être modifiée ſans être changée.

Tout Etre durable & modifiable eſt une Subſtance.

CHAPITRE

CHAPITRE IV.

Des Hipotheſes

§. 53.

LEs véritables cauſes des effets naturels & des Phénomenes que nous obſervons, ſont ſouvent ſi éloignées des principes ſur leſquels nous pouvons nous appuyer, & des Expériences que nous pouvons faire, qu'on eſt obligé de ſe contenter de raiſons probables pour les expliquer : les probabilités ne ſont donc point à rejetter dans les ſciences, non ſeulement parce qu'elles ſont ſouvent d'un grand uſage dans la pratique, mais encore parce qu'elles frayent le chemin qui méne à la verité.

Utilité des probabilités dans la Phyſique.

§. 54.

§. 54. Il faut un commencement dans toutes les recherches, & ce commencement doit presque toujours être une tentative très-imparfaite, & souvent sans succès. Il y a des verités inconnuës comme des pays, dont on ne peut trouver la bonne route qu'après avoir essayé de toutes les autres. Ainsi, il faut nécessairement que quelques-uns risquent de s'égarer, pour marquer le bon chemin aux autres : ce seroit donc faire un grand tort aux sciences, & retarder infiniment leurs progrès que d'en bannir avec quelques Philosophes modernes, les hipotheses.

Utilité des hipotheses.

§. 55. Descartes qui avoit établi une bonne partie de sa Philosophie sur des hipotheses, parce qu'il étoit presqu'impossible de faire autrement dans son tems, mit tout le Monde sçavant dans le goût des hipotheses ; & l'on ne fut pas longtems sans tomber dans celui des fictions. Ainsi, les livres de Philosophie qui devoient être un recueil de verités, furent remplis de fables, & de rêveries.

Abus des hipotheses par les disciples de M. Descartes.

M. Newton, & surtout ses disciples, ont tombé dans l'excès contraire : dégoutés des suppositions, & des erreurs dont ils trouvoient les livres de Philosophie remplis, ils se sont elevés contre les hipotheses, & ont tâché de les rendre suspectes & ridicules, en les appellant, *le poison de la raison*, & *la peste de la Philosophie*. Cependant, celui-là seul qui seroit en état

Les disciples de M. Newton sont tombés dans le défaut contraire.

état d'assigner & de démontrer les causes de tout ce que nous voyons, seroit en droit de bannir entierement les hipotheses de la Physique; mais pour nous autres, qui ne semblons pas faits pour de telles connoissances, & qui ne pouvons souvent arriver à la verité qu'en nous traînant de vraisemblance en vraisemblance, il ne nous appartient pas de prononcer si hardiment contre les hipotheses.

Comment on fait une hipothese.

§. 56. Lorsque l'on prend certaines choses pour rendre raison de ce qu'on observe, & que l'on n'est pas encore en état de démontrer la verité de ces choses que l'on a supposées, on fait une hipothese. Ainsi, les Philosophes établissent des hipotheses pour expliquer par leur moyen les Phénomenes dont nous ne sommes point en état de découvrir la cause par l'Expérience, ni par la démonstration.

Les hipotheses sont le fil qui nous a conduit aux plus sublimes découvertes.

§. 57. Pour peu qu'on se rende attentif à la façon dont les plus sublimes découvertes ont été faites, on verra que l'on n'y est parvenu qu'après avoir fait bien des hipotheses inutiles, & ne s'être point rebuté par la longueur & l'inutilité de ce travail; car les hipotheses sont souvent le seul moyen de découvrir des verités nouvelles, qui soit à notre portée; il est vrai que le moyen est lent, & demande un travail d'autant plus pénible, que l'on est longtemps sans pouvoir s'assurer s'il sera utile ou infructueux: de

de même que lorsque l'on fait une route inconnuë, & que l'on trouve plusieurs chemins, ce n'est qu'après avoir marché long-temps, que l'on peut s'assûrer si l'on a pris la bonne route, ou si l'on s'est égaré : mais si l'incertitude dans laquelle on est, lequel de ces chemins est le bon, étoit une raison pour n'en prendre aucun, il est certain qu'on n'arriveroit jamais; au lieu que lorsqu'on a le courage de se mettre en chemin, on ne peut douter que de trois chemins, dont deux nous ont égaré, le troisiéme nous conduira infailliblement au but.

C'est de cette maniere que l'Astronomie a été portée au point où nous l'admirons aujourd'hui ; car si l'on avoit voulu attendre pour calculer le cours des Astres, que l'on eût trouvé la véritable théorie des Planetes, nous serions actuellement sans Astronomie.

Sans hipothese on auroit fait peu de découvertes dans l'Astronomie.

La premiere idée de ceux qui se sont appliqués à cette science, aussi bien que celle de tous les hommes, a dû être que le Soleil & tous les Astres tournoient autour de la Terre en vingt-quatre heures. On commença donc à expliquer, & à prédire les Phénomenes par cette hipothese que l'on a appellé l'*hipothese de Ptolomée*, jusqu'à ce que les difficultés insurmontables des conséquences que l'on en tiroit, comparées avec les observations, & l'impossibilité de construire selon cette hipothese des tables qui fussent d'accord avec les Phénomenes du Ciel, porterent Copernic à l'abandonner

C'est à elles que l'on doit le véritable système du Monde.

ner entierement, & à s'attacher à l'hipotheſe contraire ; laquelle ſe trouve tellement d'accord avec les Phénomenes, que ſa certitude n'eſt pas loin à préſent de la démonſtration ; & qu'il n'y a aucun Aſtronome qui oſe adopter celle de Ptolomée.

§. 58. Les hipotheſes doivent donc trouver place dans les ſciences, puiſqu'elles ſont propres à nous faire découvrir la verité, & à nous donner de nouvelles vûes ; car une hipotheſe étant une fois poſée, on fait ſouvent des expériences pour s'aſſûrer ſi elle eſt la bonne, dont on ne ſe ſeroit jamais aviſé ſans cela. Si l'on trouve que ces expériences la confirment, & que non ſeulement elle rende raiſon du Phénomene qu'on s'étoit propoſé d'expliquer par ſon moyen, mais encore que toutes les conſéquences qu'on en tire s'accordent avec les obſervations, la probabilité croît à un tel point, que nous ne pouvons lui refuſer notre aſſentiment, & qu'elle équivaut preſque à une démonſtration.

Elles donnent ſouvent l'idée de faire de nouvelles expertiences très-utiles.

L'exemple des Aſtronomes peut encore ſervir merveilleuſement à éclaircir cette matiere ; car on eſt venu à déterminer les véritables orbites des Planetes, en ſuppoſant d'abord qu'elles faiſoient leurs révolutions dans des cercles dont le Soleil occupoit le centre : mais la variation de leur vîteſſe & leurs diametres apparens étant contradictoires à cette hipotheſe, on ſuppoſa qu'elles ſe mouvoient dans des cercles

cles excentriques, c'eſt-à-dire dans des cercles dont le Soleil n'occupoit point le centre. Cette ſuppoſition qui ſatisfaiſoit aſſez bien aux mouvemens de la Terre, s'éloignoit beaucoup de ce que l'on obſerve de la Planete de Mars; & pour y remedier, on chercha à faire une nouvelle correction à la courbe que les Planetes décrivent dans leur révolution annuelle. Cette façon de proceder réuſſit ſi bien, qu'enfin Kepler allant de ſuppoſition en ſuppoſition, trouva leur véritable orbite, qui ſatisfait admirablement à toutes les apparences, & cet orbite eſt une Ellipſe dont le Soleil occupe un des foyers.

C'eſt par le moyen de cette hipotheſe de l'Ellipticité des orbites que Képler parvint à découvrir la proportionnalité des aires & des tems, & celle des tems & des diſtances; & ce ſont ces deux fameux théorêmes, qu'on appelle les *Analogies de Képler*, qui ont mis M. Newton à portée de démontrer que la ſuppoſition de l'Ellipticité des orbes des Planetes s'accorde avec les loix de la Méchanique, & d'aſſigner la proportion des forces qui dirigent les mouvemens des Corps Céleſtes.

Il eſt donc évident que c'eſt aux hipotheſes ſucceſſivement faites & corrigées que nous ſommes redevables des belles & ſublimes connoiſſances dont l'Aſtronomie & les ſciences qui en dépendent ſont à préſent remplies; & l'on ne voit point comment il auroit été poſſible

aux

aux hommes d'y parvenir par un autre moyen.

C'eſt par le moyen des hipotheſes que M. Hughens a découvert que Saturne étoit entouré d'un anneau.

C'eſt par ce même moyen que nous ſçavons aujourd'hui que Saturne eſt entouré d'un anneau qui réfléchit la lumiere, & qui eſt ſéparé du corps de la Planète, & incliné à l'Ecliptique : car M. Hughens qui l'a découvert le premier, ne l'a point obſervé tel que les Aſtronomes le décrivent à préſent ; mais il en obſerva pluſieurs phaſes, qui ne reſſembloient quelquefois à rien moins qu'à un anneau ; & comparant enſuite les changemens ſucceſſifs de ces phaſes, & toutes les obſervations qu'il en avoit faites, il chercha une hipotheſe qui pût y ſatisfaire, & rendre raiſon de ces différentes apparences. Celle d'un anneau réuſſit ſi bien, que par ſon moyen, non ſeulement on rend raiſon des apparences, mais on prédit encore les phaſes de cet anneau avec préciſion.

Cet accord entre l'hipotheſe & les obſervations ont enfin converti cette ſuppoſition de M. Hughens en certitude ; & l'on ne doute plus à préſent que cet anneau ne ſoit très-réel : ainſi, les hipotheſes nous ont valu cette belle découverte de l'anneau de Saturne.

On peut en dire autant de l'ingénieuſe explication que le même M. Hughens a donné des Halos, c'eſt-à-dire, de ces eſpeces de couronnes colorées qui paroiſſent quelquefois autour des Aſtres. Perſonne avant lui n'avoit imaginé quelle pouvoit être la cauſe de ces Phénomenes ; mais M. Hughens, après pluſieurs ſuppoſitions

suppositions inutiles, trouva enfin qu'en supposant dans l'air des grains de grêle glacés avec un noyau de neige au milieu, on pouvoit rendre raison de toutes les circonstances qui accompagnent ces Phénomenes; & personne ne s'est avisé de révoquer cette explication de M. Hughens en doute.

§. 59. Il en est de même dans les nombres : la division, par exemple, n'est fondée que sur des hipotheses, & sans hipothese, vous ne pourriez diviser; car lorsque vous commencez la division, vous supposez que le diviseur est contenu dans le dividende autant de fois que le premier chifre du diviseur est contenu dans le premier chifre, ou dans les deux premiers chifres du dividende; & alors vous vérifiez cette supposition en multipliant le diviseur par le quotient, & en soûtrayant du dividende le produit de cette multiplication. Si vous trouvez que cette soustraction ne peut point se faire, vous concluez que vous avez trop mis au quotient; & alors vous le corrigez. Ainsi, toute cette operation se fait par le moyen des hipotheses.

La division n'est fondée que sur des hipotheses,

§. 60. Il est donc permis, & il est même très-utile de faire des hipotheses dans tous les cas, où nous ne pouvons point découvrir la véritable raison d'un Phénomene & des circonstances qui l'accompagnent, ni *à priori*, par le

Les hipotheses sont non seulement très-utiles, mais même quelquefois très-nécessaires.

moyen des vérités que nous connoiſſons déja ; ni *à poſteriori*, par le ſecours des Experiences.

Comment il faut ſe conduire, quand on fait une hipotheſe.

§. 61. Il y a ſans doute des regles à ſuivre ; & des écueils à éviter dans les hipotheſes. La premiere de toutes eſt, qu'elle ne ſoit point en contradiction avec le principe de la raiſon ſuffiſante, ni avec aucun de ceux qui ſervent de fondement à nos connoiſſances. La ſeconde regle eſt de ſe bien aſſûrer des faits qui ſont à notre portée, & de connoître toutes les circonſtances qui accompagnent le Phénomene que nous voulons expliquer. Ce ſoin doit préceder toute hipotheſe inventée pour en rendre raiſon ; car celui qui hazarderoit une hipotheſe ſans cette précaution, coureroit le riſque de voir renverſer ſon explication par des faits nouveaux dont il avoit négligé de s'inſtruire ; c'eſt ce qui ſeroit arrivé à celui qui auroit voulu rendre raiſon de l'Electricité, après avoir vû ſeulement que la cire d'Eſpagne, frottée avec force, attire des brins de papier : car il lui étoit facile de faire ſur les autres corps ce qu'il faiſoit ſur la cire d'Eſpagne ; & en les frottant de même, ils auroient été auſſi électriſés. Ainſi, l'explication de l'électricité de la cire d'Eſpagne ſeule eût été inſuffiſante & précipitée.

Mais lorſque l'on peut ſe flatter de connoître le plus grand nombre des circonſtances qui accompagnent un Phénomene, alors on peut en

en chercher la raison par des hipotheses, au hazard sans doute de se corriger, & d'être corrigé bien souvent : mais ces efforts que l'on fait pour trouver la vérité sont toujours glorieux, quand même ils seroient sans fruit.

§. 62. Les hipotheses n'étant faites que pour découvrir la vérité, on ne les doit point faire passer pour la vérité elle-même, avant d'en pouvoir donner des preuves inconteſtables. Il est donc très-important pour le progrès des sciences, de ne point se faire illusion à soi-même & aux autres sur les hipotheses que l'on a inventées, mais il faut estimer le degré de probabilité qui s'y trouve, & n'en jamais imposer par des détours & un air de démonstration, qui n'a que trop souvent fait prendre le change aux personnes qui cherchent à s'instruire.

Ecueil à éviter dans les hipotheses.

Avec cette précaution on ne coure point le danger de faire prendre pour certain ce qui ne l'est pas ; & l'on excite ceux qui nous suivent à corriger les défauts qui se trouvent dans nos hipotheses, & à suppléer ce qui leur manque pour les rendre certaines.

§. 63. La plûpart de ceux qui depuis Descartes, ont remplis leurs Ecrits d'hipotheses, pour expliquer des faits, que bien souvent ils ne connoissoient qu'imparfaitement, ont péché contre cette regle, & ont voulu faire passer leurs suppositions pour des vérités : & c'est

là en partie la source du dégoût que l'on a pris pour les hipotheſes dans ce ſiecle. Mais l'abus d'une choſe utile ne lui ôte point ſon utilité, & ne doit point nous empêcher d'en faire uſage, quand on le peut faire avec fruit.

Une ſeule experience contraire, ſuffit pour rejetter une hipotheſe.

§. 64. Une experience ne ſuffit pas pour admettre une hipotheſe, mais une ſeule ſuffit pour la rejetter lorſqu'elle lui eſt contraire. Il ſuit, par exemple, de l'hipotheſe, dans laquelle on ſuppoſe que le Soleil ſe meut autour de la Terre qui lui ſert de centre, que les diametres du Soleil doivent être égaux dans tous les tems de l'année; mais l'experience montre qu'ils paroiſſent inégaux. On peut donc conclure de cette obſervation, avec ſûreté, que l'hipotheſe dont cette égalité eſt une conſéquence, eſt fauſſe; & que la Terre n'occupe point le centre de l'orbe du Soleil.

Une hipotheſe peut être vraye dans une de ſes parties & fauſſe dans l'autre.

§. 65. Une hipotheſe peut être vraie dans une de ſes parties, & fauſſe dans l'autre: alors la partie qui ſe trouve en contradiction avec l'experience, doit être corrigée.

Mais il faut bien prendre garde de ne mettre dans la concluſion que ce qui doit y être; & de ne point charger l'hipotheſe entiere d'un défaut qui ne tombe que ſur l'une de ſes parties. Par exemple, M. Deſcartes a attribué la chûte des Corps vers le centre de la Terre, à un tourbillon de matiere fluide qui pouſſe les Corps

Corps vers ce centre par son tournoyement rapide autour de la Terre : mais M. Hughens a fait voir par une experience inconteſtable, que ſelon cette ſuppoſition, les Corps devroient être dirigés dans leur chûte perpendiculairement à l'axe de la Terre, & non pas à ſon centre : l'on peut donc conclure de là, qu'un tourbillon de matiere fluide, tel que M Deſcartes l'a conçû, ne ſçauroit produire la chûte des Corps vers le centre de la Terre ; mais on ſe précipiteroit trop, ſi on en vouloit conclure qu'aucune matiere fluide n'opere le Phénoméne de la chûte des Corps. Il en eſt de même des autres tourbillons, qui, ſelon M. Deſcartes, emportent les Planetes autour du Soleil ; car M. Newton a fait voir que cette ſuppoſition ne s'accorde point avec les loix de Képler. On en doit donc inferer que les mouvemens des Planetes ne ſont point l'effet des tourbillons de matiere fluide que M. Deſcartes avoit ſuppoſés pour les expliquer : mais on ne peut point en conclure légitimement, qu'aucun tourbillon, ou pluſieurs de ces tourbillons, conçûs d'une autre maniere, ne peuvent être la cauſe de ces mouvemens.

Preuve tirée des tourbillons de Deſcartes.

§. 66. Ainſi, quand on fait une hipotheſe, on doit déduire toutes les conſéquences qui peuvent en être légitimement déduites, & les comparer enſuite avec l'experience ; car s'il arrive que toutes ces conſéquences ſoient confir-

mées par les experiences, la probabilité acquiert son plus haut degré : mais s'il y en a une seule à laquelle elles soient contraires, on doit rejetter, ou l'hipotheſe entiere, ſi cette conſéquence eſt une ſuite de l'hipotheſe entiere, ou cette partie de l'hipotheſe dont elle eſt une ſuite néceſſaire.

Les Aſtronomes nous donnent encore l'exemple de cette regle ; car une infinité de découvertes n'auroient point été faites dans l'Aſtronomie, ſi l'on n'avoit point cherché à vérifier par l'experience les conſéquences que l'on tiroit des hipotheſes. Il ſuit, par exemple, de l'hipotheſe de Copernic, que ſi la diſtance d'une Etoile à la Terre a une raiſon comparable au diametre de ſon orbite, la hauteur du pole & des Etoiles Fixes doit varier dans les différens tems de l'année. Le deſir de verifier cette conſéquence, a porté pluſieurs Aſtronomes à faire des obſervations ſur cette Parallaxe annuelle, ou hauteur des fixes ; entr'autres, M. Bradley, entre les mains duquel cette conſéquence s'eſt non-ſeulement confirmée, mais a fait naître encore cette belle théorie de l'aberration des Fixes, dont on ne ſe ſeroit jamais aviſé auparavant.

Définition des hipotheſes

§. 67. Les hipotheſes ne ſont donc que des propoſitions probables qui ont un plus grand, ou un moindre degré de certitude, ſelon qu'elles ſatisfont à un nombre plus ou moins grand des

des circonſtances qui accompagnent le Phénomene que l'on veut expliquer par leur moyen; & comme un très-grand degré de probabilité entraîne notre aſſentiment, & fait ſur nous preſque le même effet que la certitude, les hipotheſes deviennent enfin des verités, quand leur probabilité augmente à un tel point, qu'on peut la faire moralement paſſer pour une certitude : & c'eſt ce qui eſt arrivé au ſiſtême du Monde de Copernic, & à celui de M. Hughens ſur l'anneau de Saturne

Ce qui les rend probables.

Une hipotheſe devient au contraire improbable, à proportion qu'il s'y rencontre des circonſtances dont cette hipotheſe ne rend point raiſon, comme dans l'hipotheſe de Ptolomée.

Ce qui les infirme.

§. 68. Quand on fait une hipotheſe, on doit avoir des raiſons pour préferer la ſuppoſition ſur laquelle elle eſt fondée, à toute autre ſuppoſition ; car ſans cela on débite des chimeres, & des principes précaires qui n'ont aucun fondement.

§. 69. Il eſt donc néceſſaire, non-ſeulement que tout ce qu'on ſuppoſe ſoit poſſible, mais encore qu'il ſoit poſſible de la maniere qu'on l'employe ; & que les Phénomenes en découlent néceſſairement, & ſans qu'on ſoit obligé de faire des ſuppoſitions nouvelles : ſans cela, la ſuppoſition ne merite pas le nom d'hipothe-

ſe ; car une hipotheſe eſt une ſuppoſition qui rend raiſon d'un Phénomene. Or quand elle n'en rend point raiſon par des conſéquences néceſſaires, & qu'on eſt obligé de faire des hipotheſes nouvelles pour faire uſage de la premiere, ce n'eſt qu'une fiction indigne d'un Philoſophe.

§. 70. Si ceux qui ont voulu expliquer tant d'effets ſurprenans par le moyen des particules crochuës, branchuës, & canelées, avoient fait attention à ce qui eſt requis pour faire une hipotheſe véritablement philoſophique, ils n'auroient point retardé comme ils ont fait, les progrès des ſciences, en créant des monſtres qu'il falloit enſuite combattre comme des réalités.

Les hipotheſes ſont un des grands moyens de l'art d'inventer.

§. 71. En diſtinguant entre le bon & le mauvais uſage des hipotheſes, on évite les deux extrémités, & ſans ſe livrer aux fictions, on n'ôte point aux ſciences une méthode très-néceſſaire à l'art d'inventer, & qui eſt la ſeule qu'on puiſſe employer dans les recherches difficiles qui demandent la correction de pluſieurs ſiecles, & les travaux de pluſieurs hommes, avant d'atteindre à une certaine perfection ; & l'on ne doit point craindre que par cette méthode la Philoſophie devienne un amas de fables : car on a vû qu'on ne peut faire une bonne hipotheſe que lorſqu'on a un grand nombre des faits & des circonſtances qui accompagnent

gnent le Phénomene qu'on veut expliquer, (§. 61.)& que l'hipotheſe n'eſt vraie & ne mérite d'être adoptée que lorſqu'elle rend raiſon de de toutes les circonſtances, (§. 66.) Les bonnes hipotheſes ſeront donc toujours l'ouvrage des plus grands hommes. Copernic, Képler, Hughens, Deſcartes, Leibnits, M. Newton lui même, ont tous imaginé des hipotheſes utiles pour expliquer des Phénomenes compliqués & difficiles ; & les exemples de ces grands hommes & leur ſuccès doivent nous faire voir combien ceux qui veulent bannir les hipotheſes de la Philoſophie, entendent mal les interêts des ſciences.

Les bonnes hipotheſes ont toujours été faites par les plus grands hommes.

CHAPITRE V.

De l'Eſpace.

§. 72.

LA queſtion ſur la nature de l'Eſpace eſt une des plus fameuſes qui ait partagé les Philoſophes anciens & modernes; auſſi eſt-elle une des plus eſſentielles par l'influence qu'elle a ſur les plus importantes vérités de Phyſique & de Métaphyſique.

Définitions de l'Eſpace très-oppoſées.

Quelques-uns ont dit: *l'Eſpace n'eſt rien hors des choſes, c'eſt une abſtraction mentale, un Etre idéal, ce n'eſt que l'ordre des choſes en tant qu'elles coéxiſtent, & il n'y a point d'Eſpace ſans corps.* D'autres au contraire ont ſoutenu, *que l'Eſpace*

l'Espace est un Etre absolu, réel, & distinct des corps qui y sont placés, que c'est une étenduë impalpable, pénétrable, non solide, le vase universel qui reçoit les Corps qu'on y place; en un mot, une espéce de fluide immateriel & étendu à l'infini, dans lequel les Corps nagent. Les premiers ont allégué plusieurs raisons Métaphysiques pour soutenir leur opinion, & les autres, l'idée que l'imagination se peut former de l'Espace, & ils ont appuyé cette idée, que l'imagination se forme, de beaucoup d'objections contre l'opinion contraire, tirées des Phenoménes, & sur-tout de la difficulté qu'il y a que les Corps se meuvent dans le plein absolu.

La moitié des Philosophes a crû, & croit encore l'espace vuide, & l'autre le croit rempli de matiére.

§. 73. Le sentiment d'un Espace distingué de la matiére a été autrefois soutenu par Epicure, Démocrite & Leucippe, qui regardoient l'Espace comme un Etre incorporel, impalpable, & incapable d'action & de passion. Gassendi a renouvellé de nos jours cette opinion, & le célébre Locke dans son Livre *de l'Entendement Humain*, ne distingue l'Espace pur des Corps qui le rempliſſent, que par la pénétrabilité: ce Philosophe fait dériver la véritable notion de l'Espace, de la vûë & du contact, parce que, dit-il, on ne peut ni le voir ni le toucher, mais on voit & on touche les Corps.

M. Keill dans son *Introduction à la véritable Physique*, aussi-bien que tous les Disciples du Livre *de l'Entendement Humain*, a soutenu

tenu la même opinion ; il a même donné des Théoremes, par lesquels il prétend prouver que toute la matiére est parsemée de petits espaces ou interstices absolument vuides, & qu'il y a dans les Corps beaucoup plus de vuide que de matiére solide. Mais le vuide disseminé repugne aussi bien que les atomes, au principe de la raison suffisante, ainsi il ne peut-être admis; en effet si les petits atomes ou particules premieres de la matiére nageoient dans le vuide, leur grandeur & leur figure seroient sans raison suffisante; car la figure limite l'étenduë, & l'actualité d'une figure quelconque devient compréhensible, lorsqu'on peut expliquer comment & pourquoi l'étenduë est limitée. Or l'on s'apperçoit bien que le vuide ne renferme point cette raison, parce qu'il ne contient rien par où l'on puisse comprendre pourquoi les particules ont une figure quelconque plûtôt que toute autre figure possible, & pourquoi elles sont d'une certaine grandeur. Il faut donc chercher cette raison dans les Corps extérieurs environans, car la figure est un mode de l'étenduë : on est donc obligé d'admettre une matiére environante qui limite les parties de l'étenduë, & qui soit la raison de leurs différentes figures; ainsi il faut remplir les interstices vuides pour satisfaire au principe de la raison suffisante.

Le principe de la raison suffisante banit le vuide de l'Univers.

L'autorité de M. Newton a fait embrasser l'opinion du vuide absolu à plusieurs Mathematiciens. Ce grand homme croyoit, au rapport de

de M. Locke, qu'on pouvoit expliquer la création de la matiére par l'Eſpace, en ſe figurant que Dieu auroit rendu pluſieurs parties de l'Eſpace impénétrables : on voit dans le *Scholium generale* qui eſt à la fin des principes de Monſieur Newton, qu'il croyoit que l'Eſpace étoit l'immenſité de Dieu, il l'appelle dans ſon Optique le *Senſorium* de Dieu; c'eſt-a-dire, ce, par le moyen de quoi Dieu eſt préſent à toutes choſes.

Traduction de Locke pag. 521. Note 2.

Opinion ſinguliére de M. Newton ſur l'eſpace.

§. 74. M. Clarke s'eſt donné beaucoup de peine pour ſoutenir les ſentimens de M. Newton, & les ſiens propres ſur l'Eſpace abſolu, contre M. de Leibnits, qui prétendoit que l'Eſpace n'étoit que l'ordre des choſes coéxiſtantes.

Commercium Epiſtolicum.

Il eſt certain que ſi, on conſulte le principe de la raiſon ſuffiſante que j'ai établi dans le premier Chapitre, on ne peut ſe diſpenſer d'avoüer que M. de Leibnits avoit raiſon de bannir l'Eſpace abſolu de l'Univers, & de regarder l'idée que quelques Philoſophes croyent en avoir, comme une illuſion de l'imagination ; car non-ſeulement il n'y auroit, comme on vient de le voir, aucune raiſon de la limitation de l'étenduë ; mais, ſi l'Eſpace eſt un Etre réel & ſubſiſtant ſans les Corps, & qu'on puiſſe les y placer ; il eſt indifférent dans quel endroit de cet Eſpace ſimilaire on les place, pourvû qu'ils conſervent le même ordre entre eux : ainſi il n'y auroit point eû de raiſon ſuffiſante pourquoi Dieu auroit

Diſpute de M. de Leibnits, & du Docteur Clarke ſur l'Eſpace.

roit placé l'Univers dans la place où il eſt maintenant, plûtôt que dans toute autre, puiſqu'il pouvoit le placer dix mille lieuës plus loin, & mettre l'Orient où eſt l'Occident; ou bien il pouvoit le renverſer, faiſant garder aux choſes la même ſituation entre elles.

M. Clarke ſentit bien la force de ce raiſonnement, & il ne put y oppoſer autre choſe, ſinon, que la ſimple volonté de Dieu étoit la raiſon ſuffiſante de la place de l'Univers dans l'Eſpace, & qu'il n'y en avoit point d'autre: mais on ſent bien que cet aveu fait crouler ſon opinion, & découvre le foible de ſa cauſe; car Dieu ne ſauroit agir ſans des raiſons priſes dans ſon Entendement, & ſa volonté doit toujours ſe déterminer avec raiſon. Ainſi être obligé de recourir à une volonté arbitraire de Dieu, laquelle n'eſt point fondée ſur une raiſon ſuffiſante, c'eſt être réduit à l'abſurde. Ainſi, la raiſon de la place de l'Univers dans l'Eſpace, & celle du limite de l'étenduë n'étant ni dans les choſes mêmes, ni dans la volonté de Dieu, on doit conclure que l'hipothéſe du vuide eſt fauſſe, & qu'il n'y en a point dans la Nature.

Le raiſonnement de M. de Leibnits contre l'Eſpace abſolu eſt donc ſans replique, & l'on eſt forcé d'abandonner cet Eſpace, ſi l'on ne veut point renoncer au principe de la raiſon ſuffiſante, c'eſt-à-dire, au fondement de toute vérité.

Difficultés §. 75. Il y a encore une grande abſurdité à dévorer

dévorer dans l'opinion de l'Espace absolu, c'est que tous les attributs de Dieu lui conviennent; car cet Espace, s'il étoit possible, seroit réellement infini, immuable, incréé, nécessaire, incorporel, présent par tout. C'est en partant de cette supposition que M. Raphson à voulu démontrer géométriquement que l'Espace est un attribut de Dieu, & qu'il exprime son essence infinie & illimitée: & c'est effectivement ce qui suit très-naturellement de la supposition de l'Espace absolu, quand on l'a une fois admise.

qui naissent de l'opinion de l'Espace pur.

§. 76. On fait trois objections principales, contre le plein absolu, auxquelles il est aisé de répondre; la premiere, roule sur l'impossibilité apparente du mouvement dans le plein; la seconde, sur la différente pésanteur des différens Corps; & la troisiéme, sur la résistance de la matiére par laquelle les Corps qui se meuvent dans le plein, doivent perdre leur mouvement en très-peu de tems.

Trois principales objections contre le plein, auxquelles il est facile de répondre.

On répond à la premiere Objection, que le mouvement est possible dans le plein à cause du mouvement circulaire, par lequel les parties environnantes succedent au Corps qui se meut en occupant la place qu'il abandonne: la seconde Objection, est fondée sur cette supposition, que toute matiére est pésante, mais c'est ce qui est entierement faux; car par le principe de la raison suffisante, la pésanteur est l'effet du choc d'une matiére environnante: or cette matiére n'est

n'eſt pas péſante ; car ſi elle l'étoit, il faudroit recourir à une autre matiére qui la choquât, & remonter ainſi à l'infini, & ainſi cette Objection fondée ſur la peſanteur générale de la matiére ne peut ſubſiſter. Enfin, dans la troiſiéme, on ne conſidére que la matiére morte & ſans mouvement, & alors les raiſonnemens que l'on fait ſur ſa réſiſtance ſont très-ſolides : mais ils ne prouvent rien, ſi on conſidére la matiére vivifiée par le mouvement, telle qu'elle l'eſt en effet ; car une matiére très-fine & muë en tout ſens, peut ſe mouvoir avec une telle rapidité, qu'elle n'apportera aucune réſiſtance ſenſible au mouvement des Corps placés dans cette matiére ; ainſi, on aura un vuide phyſique, qui ſera le Phenoméne qui réſulte de la fineſſe & du mouvement très-rapide de cette matiére : or le vuide eſt tout ce que prouvent les expériences dont on fait des objections invincibles contre le plein.

Comment nous nous formons l'idée de l'Eſpace, & de ſes propriétés.

§. 77. Il ne ſera pas inutile d'éxaminer ici comment nous venons à nous former les idées de l'étenduë, de l'Eſpace, & du continu ; cet examen ſervira à vous découvrir la ſource des illuſions que l'on s'eſt fait ſur la nature de l'Eſpace, & à vous en préſerver à l'avenir.

Nous ſentons que, lorſque nous conſidérons deux choſes comme différentes, & que nous les diſtinguons l'une de l'autre, nous les plaçons dans notre eſprit l'une hors de l'autre ; ainſi,

ainſi, nous voyons comme hors de nous tout ce que nous regardons comme différent de nous, les exemples s'en préſentent en foule. Si nous nous repréſentons dans notre imagination un édifice que nous n'aurons jamais vû, nous nous le repréſentons comme hors de nous, quoique nous ſachions bien que l'idée que nous en avons éxiſte en nous, & qu'il n'y a peut-être rien d'éxiſtant de cet édifice hors de notre idée; mais nous nous le repréſentons comme hors de nous, parce que nous ſavons qu'il eſt différent de nous; de même, ſi nous repréſentons idéalement deux hommes, ou que nous repétions dans notre eſprit la repréſentation du même homme deux fois, nous les plaçons l'un hors de l'autre, parce que nous ne pouvons point forcer notre eſprit à imaginer qu'ils ſont *un*, & *deux*, en même tems.

Il ſuit de-là que nous ne pouvons point nous repréſenter pluſieurs choſes différentes comme faiſant un, ſans qu'il en réſulte une notion attachée à cette diverſité & à cette union des choſes, & cette notion nous la nommons *Etenduë*; ainſi, nous donnons de l'étenduë à une ligne, en tant que nous faiſons attention à pluſieurs parties diverſes que nous voyons comme éxiſtant les unes hors des autres, qui ſont unies enſemble, & qui font par cette raiſon un ſeul tout.

Il eſt ſi vrai que la diverſité & l'union font naître en nous l'idée de l'étenduë, que quelques Philoſophes ont voulu faire paſſer notre

ame pour quelque chose d'étendu, parce qu'ils y remarquoient plusieurs facultés différentes, qui cependant constituënt un seul sujet; en quoi ils se trompoient : c'est abuser de la notion de l'étenduë, que de regarder les attributs & les modes d'un Etre comme des Etres séparés, éxistans les uns hors des autres ; car ces attributs & ces modes sont inséparables de l'Etre qu'ils modifient.

Puisque nous nous représentons dans l'étenduë plusieurs choses qui éxistent les unes hors des autres, & font *un* par leur union, toute étenduë a des parties qui éxistent les unes hors des autres & qui font *un*, & dès que nous nous représentons des parties diverses, & unies, nous avons la notion d'un Etre étendu.

§. 78. Pour peu que l'on fasse attention à cette notion de l'étenduë, on s'apperçoit que les parties de l'étenduë, considérées par abstraction, & sans faire attention ni à leurs limites, ni à leurs figures, ne doivent avoir aucune différence interne ; elles doivent être similaires, & ne différer que par le nombre : car puisque pour former l'idée de l'étenduë, on ne considére que la pluralité des choses & leur union, d'où naît leur éxistance l'une hors de l'autre ; & que l'on exclut toute autre détermination, toutes les parties étant les mêmes quant à la pluralité & à l'union, l'on peut substituer l'une à la place de l'autre, sans détruire ces deux déterminations de

de la pluralité, & de l'union, auſquelles ſeules on fait attention, & par conſéquent deux parties quelconques d'étenduë ne peuvent différer qu'en tant qu'elles ſont deux & non pas une. Ainſi toute l'étenduë doit être conçûë comme étant uniforme, ſimilaire, & n'ayant point de détermination interne, qui en diſtingue les parties les unes des autres; puiſqu'étant poſées comme l'on voudra, il en réſultera toujours le même Etre, & c'eſt de-là que nous vient l'idée de l'Eſpace abſolu que l'on regarde comme ſimilaire, & indiſcernable.

Cette notion de l'étenduë eſt encore celle du corps géométrique; car que l'on diviſe une ligne, comme & en autant de parties que l'on voudra, il en réſultera toujours la même ligne en raſſemblant ſes parties, quelque tranſpoſition que l'on faſſe entre elles: il en eſt de même des ſurfaces & des corps géométriques.

§. 79. Lorſque nous nous ſommes ainſi formé dans notre imagination un Etre, de la diverſité de l'éxiſtence de pluſieurs choſes & de leur union, l'étenduë, qui eſt cet Etre imaginaire, nous paroît diſtincte du tout réel, dont nous l'avons ſéparée par abſtraction, & nous nous figurons qu'elle peut ſubſiſter par elle-même, parce que nous n'avons point beſoin, pour la concevoir, des autres déterminations que les Etres, que l'on ne conſidére qu'en tant qu'ils ſont divers & unis, peuvent renfermer; car

notre esprit appercevant à part les déterminations, qui constituent cet Etre idéal que nous nommons *étenduë*, & concevant ensuite les autres qualités que nous en avons séparées mentalement, & qui ne font plus partie de l'idée que nous avons de cet Etre, il nous semble que nous portons toutes ces choses dans cet Etre idéal, que nous les y logeons, & que l'étenduë les reçoit & les contient, comme un vase reçoit la liqueur qu'on y verse. Ainsi, en tant que nous considérons la possibilité qu'il y a, que plusieurs choses différentes puissent éxister ensemble dans cet Etre abstrait, que nous nommons *étenduë*, nous nous formons la notion de l'Espace, qui n'est en effet que celle de l'étenduë jointe à la possibilité de rendre aux Etres coëxistans & unis, dont elle est formée, les déterminations dont on les avoit d'abord dépoüillées par abstraction. Ainsi, l'on a raison de définir l'Espace, *l'ordre des Coëxistans*, c'est-à-dire, la ressemblance dans la maniére de coëxister des Etres: car l'idée de l'Espace naît de ce que l'on ne fait uniquement attention qu'à leur maniére d'éxister l'un hors de l'autre, & que l'on se représente que cette coëxistance de plusieurs Etres, produit un certain ordre ou ressemblance dans leur maniére d'éxister; ensorte qu'un de ces Etres étant pris pour le premier, un autre devient le second, un autre le troisiéme, &c.

L'Espace est l'ordre des choses qui coëxistent.

§. 80.

§. 80. On voit bien que cet Etre idéal d'étenduë, que nous nous formons de la pluralité & de l'union de tous ces Etres, doit nous paroître une ſubſtance : car, en tant que nous nous figurons pluſieurs choſes éxiſtantes enſemble, & dépouillées de toutes déterminations internes, cet Etre nous paroît durable ; & en tant qu'il eſt poſſible par un acte de l'entendement de rendre à ces Etres les déterminations dont nous les avions dépouillés par abſtraction, il ſemble à l'imagination que nous y tranſportons quelque choſe qui n'y étoit pas ; & alors cet Etre nous paroît modifiable. (§. 52.) Ainſi, nous ſommes portés à nous repréſenter l'Eſpace comme une ſubſtance indépendante des Etres qu'on y place.

Ce que l'on appelle *continu*.

§. 81. Nous appellons un Etre *continu* lorſqu'il a des parties rangées les unes auprès des autres, enſorte qu'il ſoit impoſſible d'en ranger d'autres entre deux dans un autre ordre, & généralement on conçoit de la continuité par tout où on ne peut rien placer entre deux parties. Ainſi, nous diſons que le poli d'une glace eſt continu, parce que nous ne voyons point de parties non polies entre celles de cette glace, qui en interrompent la continuité, & nous appellons le ſon d'une trompette continu, lorſqu'il ne ceſſe point, & qu'on ne peut point mettre d'autres ſons entre deux : mais lorſque deux parties d'étenduë ſe touchent ſim-

plement & ne ſont point liées enſemble, enſorte qu'il n'y a point de raiſon interne, comme celle de la cohéſion ou de la preſſion des Corps environnans, pourquoi on ne pourroit point les ſéparer, & mettre quelqu'autre choſe entre deux, alors on les nomme *contigues*. Ainſi, dans le contigu, la ſéparation des parties eſt actuelle, au lieu que dans le continu, elle n'eſt que poſſible; deux hémiſphéres de plomb, par exemple, ſont deux parties actuelles de la boule dont ils ſont les moitiés, & qui eſt actuellement ſéparée & diviſée en deux parties qui deviendront contigues, ſi on les place l'une auprès de l'autre; enſorte qu'il n'y ait rien entre deux: mais ſi on les réuniſſoit par la fuſion en un ſeul tout, ce tout deviendroit un continu, & ſes parties ſeroient alors ſimplement poſſibles, en tant que l'on conçoit qu'il eſt poſſible de ſéparer cette boule en deux hémiſphéres, comme avant la fuſion.

On comprend par-là que l'Eſpace doit nous paroître continu; car nous admettons de l'Eſpace en tant que nous nous repréſentons, qu'il eſt poſſible que pluſieurs Corps A B C. coéxiſtent. Or ſi les Corps ne ſont point contigus, on en pourra placer un ou pluſieurs entre deux, & par là même on admet de l'Eſpace entre deux: ainſi, on doit conſiderer l'Eſpace comme continu, ſoit que la coéxiſtance contigue des Corps A B C. ſoit actuelle, ſoit qu'elle ſoit ſimplement poſſible.

Le

Le principe de la raiſon ſuffiſante nous fait voir, comme je l'ai déja dit ci-deſſus, que cette contiguité eſt actuelle, & qu'il ne peut y avoir aucun Eſpace vuide, enſorte que les Etres qui éxiſtent, coéxiſtent, de façon qu'il n'eſt pas poſſible de mettre rien de nouveau dans l'Univers.

§. 82. De même l'Eſpace doit nous paroître vuide & pénétrable : il nous paroît vuide en tant que nous faiſons abſtraction de toutes les déterminations internes des coéxiſtences ; car alors il nous ſemble qu'il ne reſte rien dans cet Eſpace : & il nous paroît pénétrable, parce que nous étant poſſible d'appliquer notre attention à la fois à la maniére d'éxiſter, & aux déterminations internes des Etres qui éxiſtent, nous appercevons alors, outre l'Eſpace qui eſt leur maniére d'éxiſter l'un hors de l'autre, quelques choſes que nous n'appercevions pas auparavant lorſque nous conſidérions cet Eſpace ſeul, & par conſéquent il doit nous paroître comme ſi ces choſes y étoient entrées, & y avoient été placées par un Agent externe.

§. 83. L'Eſpace doit auſſi nous paroître immuable ; car nous ſentons que nous pouvons rendre aux différens Coéxiſtans les déterminations dont nous les avions dépouillés, & nous ſentons même que nous ne pouvons jamais concevoir que nous ne puiſſions point leur

rendre ces déterminations : donc nous ne pouvons point ôter l'Eſpace, puiſqu'il faut toujours qu'il reſte la même choſe que nous aurions ôtée, c'eſt à dire, de l'Etendue capable de recevoir ces déterminations. Ainſi, lorſque nous avons dépouillé les Etres coéxiſtans de toutes leurs déterminations, nous ne pouvons plus faire d'abſtraction, ni nous former un Etre idéal, qui renferme moins que celui que nous avons déja fait, en ne conſervant que la coéxiſtence des Etres : car de conſidérer la maniére d'éxiſter, & rien que cela, c'eſt la moindre abſtraction que l'on puiſſe faire, & il faut ou la garder, ou ſe repréſenter tout à fait *rien*. L'Eſpace doit donc nous paroître immuable : d'où il découle qu'il doit nous paroître éternel, puiſqu'on ne peut jamais l'ôter.

§. 84. Il doit encore nous paroitre infini, car nous admettons autant d'Eſpace que nous concevons de poſſibilité d'éxiſter ; or comme des Coéxiſtans dépouillés de toutes déterminations, tels qu'on les conçoit pour ſe former l'idée de l'Etendue & de l'Eſpace, ne renferment rien qui empêche qu'on puiſſe continuer de placer de ces Coéxiſtans les uns hors des autres, on en conçoit en effet à l'infini, & par cette raiſon l'Eſpace doit paroître une Etendue infinie, & illimitée.

§. 85. Voilà l'origine de toutes les propriétés

tés que l'on donne à l'Eſpace, quand on dit que c'eſt une Etendue ſimilaire, uniforme, continue, qu'il eſt ſubſiſtant par lui-même, pénetrable, immuable, éternel, infini, &c. enfin, le vaſe univerſel qui contient toutes choſes : mais avec un peu d'attention on voit que toutes ces prétenduës proprietés, ainſi que l'Etre dans lequel nous les ſuppoſons, n'ont de réalité que dans les abſtractions de notre eſprit, & qu'il n'éxiſte ni ne peut éxiſter rien de ſemblable à cette idée.

Utilité des abſtractions.

§. 86. Notre eſprit a donc le pouvoir de ſe former par abſtraction des Etres imaginaires, qui ne contiennent que les déterminations que nous voulons examiner, & d'exclure de ces Etres toutes les autres déterminations, par le moyen deſquelles ils peuvent être conçûs d'une autre maniére. Cette façon de méditer eſt très-utile ; car alors l'imagination ſecourt l'Entendement, & lui aide à contempler ſon idée, il faut ſeulement prendre garde qu'elle ne l'égare pas ; car les notions imaginaires, qui aident infiniment dans la recherche des vérités qui dépendent des déterminations, qui conſtituent ces Etres que l'imagination a formés, deviennent très-dangereuſes, lorſqu'on les prend pour des réalités. Ainſi, quand on veut meſurer une diſtance, on peut ſe la repréſenter comme une Ligne ſans largeur ni épaiſſeur, & ſans aucune détermination interne, on peut de même

considérer une largeur, une étenduë, sans épaisseur, quand on ne veut pas considérer le reste; & pourvû que l'on ne s'imagine pas qu'il éxiste rien de semblable à ces abstractions de notre esprit, ces fictions l'aident à trouver de nouvelles vérités & de nouveaux rapports; car il a rarement assez de force pour contempler les Abstraits * dans les Concrets, sans être distrait par la multiplicité des choses qu'il faut qu'il se représente. Aussi toutes les Sciences, & surtout les Mathématiques, sont-elles pleines de ces sortes de fictions, qui sont un des plus grands secrets de l'art d'inventer, & une des plus grandes ressources pour la solution des Problêmes les plus difficiles, auxquels l'Entendement seul ne peut souvent atteindre? Ainsi, il faut donner place à ces notions imaginaires, toutes les fois qu'on peut les substituer à la place des notions réelles sans préjudice de la vérité, comme on se sert du sistême de Ptolomée pour resoudre plusieurs Problêmes d'Astronomie, dont la solution deviendroit beaucoup plus difficile par le sistême de Copernic, parce que l'on peut dans ces cas substituer une hipothese à l'autre, sans faire tort à la vérité.

§. 87. Quoique nous puissions considérer

* On appelle *Concret*, le sujet dont on fait l'abstraction, & *Abstrait*, ce que l'on sépare de ce sujet par cette abstraction.

l'Etenduë

l'Etenduë, ſans faire attention aux déterminations des Etres qui la conſtituent, & que nous acquerions par ce moyen l'idée de l'Eſpace, cependant, comme l'Abſtrait ne peut ſubſiſter ſans un Concret, c'eſt-à-dire, ſans un Etre réel & déterminé duquel on fait l'abſtraction, il eſt certain qu'il n'y a d'Eſpace qu'en tant qu'il y a des choſes réelles & coëxiſtantes; & ſans ces choſes il n'y auroit point d'Eſpace : cependant, l'Eſpace n'eſt pas les choſes mêmes, c'eſt un Etre qu'on en a formé par abſtraction, qui ne ſubſiſte point hors des choſes, mais qui n'eſt pourtant pas la même choſe que les ſujets, dont on a fait cette abſtraction ; car ces ſujets renferment une infinité de choſes qu'on a négligées en formant l'idée de l'Eſpace. Ainſi, l'Eſpace eſt aux Etres réels, comme les Nombres aux choſes nombrées, leſquelles choſes deviennent ſemblables, & forment chacune une unité à l'égard du Nombre, parce qu'on fait abſtraction des déterminations internes de ces choſes, & qu'on ne les conſidére qu'en tant qu'elles peuvent faire une multitude, c'eſt-à-dire, pluſieurs unités ; car ſans une multitude de choſes qu'on compte, il n'y auroit point de Nombres réels & éxiſtants, mais ſeulement des Nombres poſſibles. Ainſi, de même qu'il n'y a pas plus d'unités réelles, qu'il n'y a de choſes actuellement éxiſtantes, il n'y a pas non plus d'autres parties actuelles de l'Eſpace, que celles que les choſes étenduës actuellement éxiſtantes déſignent, & on ne peut admettre

L'Eſpace eſt aux Etres, comme le nombre aux choſes nombrées.

mettre des parties dans l'Eſpace actuel qu'entant qu'il exiſte des Etres réels qui coéxiſtent les uns avec les autres : ceux donc qui ont voulu appliquer à l'Eſpace actuel les démonſtrations qu'ils avoient déduites de l'Eſpace imaginaire, ne pouvoient manquer de s'embarraſſer dans des labyrinthes d'erreurs dont ils ne pouvoient trouver l'iſſue.

Définition du lieu.

§. 88. On appelle le *lieu* ou la *place* d'un Etre, ſa maniere déterminée de coéxiſter avec les autres Etres : ainſi, lorſque nous faiſons attention à la maniere dont une table exiſte dans une chambre avec le lit, les chaiſes, la porte, &c. nous diſons que cette table a une place, & un autre Etre occupe la même place que cette table lorſqu'il obtient la même maniere de coéxiſter qu'elle avoit avec tous les Etres.

Cette table change de place, lorſqu'elle obtient une autre ſituation à l'égard de ces mêmes choſes, qu'on regarde comme n'en ayant point changé. Ainſi, pour que l'on puiſſe aſſûrer qu'un Etre a changé de lieu, & pour qu'il en change réellement, il faut que la raiſon de ſon changement, c'eſt-à-dire, la force qui l'a produit, ſoit en lui dans le moment qu'il ſe rémue, & non dans les coéxiſtans ; car ſi on ignore où eſt la véritable raiſon du changement, on ignore auſſi lequel de ces Etres a changé de place : c'eſt par cette raiſon que nous n'avons point de

démonſtration

démonſtration proprement dite qui décide ſi c'eſt le Soleil qui tourne autour de la Terre, ou la Terre autour du Soleil; parce que les apparences ſont les mêmes dans les deux ſuppoſitions.

§. 89. On diſtingue ordinairement le lieu d'un corps, en *lieu abſolu*, & *lieu relatif*; le lieu abſolu eſt celui qui convient à un Etre, entant qu'on conſidere ſa maniere d'exiſter avec l'univers entier conſidéré comme immobile; & ſon lieu relatif eſt ſa maniere de coéxiſter avec quelques Etres particuliers. Ainſi, on peut concevoir que le lieu abſolu change ſans que le lieu relatif ſoit changé; & cela arrive lorſqu'une certaine quantité d'Etres changent leur lieu abſolu ſans changer leur ſituation les uns à l'égard des autres, comme un homme qui navigue dans un batteau, par exemple; car ſi cet homme, ni aucune choſe de ce qui eſt dans le batteau ne remuë, tandis que le batteau s'éloigne du rivage, le lieu relatif de cet homme & de tout ce qui eſt dans le batteau ne change point; mais leur lieu abſolu change à tout moment: car toutes les parties de ce batteau changent également leur maniere d'exiſter par rapport au rivage qu'on regarde comme immobile. Mais ſi cet homme ſe promenoit dans ce batteau, il changeroit ſon lieu relatif & ſon lieu abſolu en même tems.

Du lieu abſolu & du lieu relatif.

Puiſque

Puiſque le lieu n'eſt que la maniere d'exiſter d'un Etre avec pluſieurs autres, on voit bien que le lieu n'eſt pas la choſe placée elle-même ; mais qu'il differe de la choſe placée comme un abſtrait de ſon concret ; car lorſqu'on conſidere le lieu d'un Etre, on fait abſtraction de toutes ſes déterminations internes & de celles de ſes coéxiſtans : & on ne conſidere alors que leur maniere préſente de coéxiſter, & la poſſibilité qu'il y a qu'ils coéxiſtent de pluſieurs autres manieres : on fait même abſtraction de la figure & de la grandeur des Corps ; & l'on conſidere leur lieu comme un point. Car puiſque nous déterminons la maniere d'exiſter d'un Etre par ſa diſtance à ſes coéxiſtans, & que ces diſtances ſont meſurées par des lignes droites, les extrémités des lignes étant des points, le lieu doit être conſideré comme un point.

Comment on détermine le lieu d'un Etre.

§. 90. On détermine un lieu par les diſtances d'un Etre à deux ou pluſieurs Etres coéxiſtans ; leſquelles diſtances ne peuvent convenir à aucun autre Etre dans le même moment. Ainſi, par exemple, on détermine un lieu ſur la ſurface de la Terre, par l'interſection de la ligne de longitude, & de celle de latitude, parce-qu'il n'y a qu'un ſeul point auquel cette diſtance des lieux que l'on a pris comme fixes pour en tirer ces lignes, puiſſe convenir : c'eſt de la même façon que dans l'Aſtronomie on détermine

termine les lieux des Etoiles par l'interſection de deux cercles.

§. 91. On s'apperçoit qu'un Etre a changé de lieu, lorſque ſa diſtance à d'autres Etres immobiles, du moins pour nous, eſt changé. Ainſi, on a fait des catalogues des fixes pour ſçavoir ſi une Etoile change de lieu, parce qu'on regarde les autres comme fixes, & qu'effectivement elles le ſont par rapport à nous.

Ce que l'on appelle place.

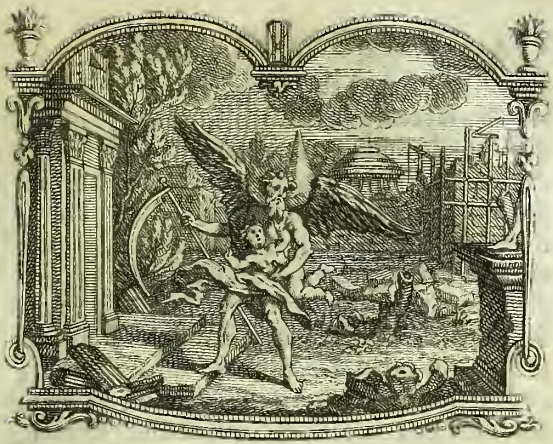
§. 92. On appelle *place*, l'aſſemblage de pluſieurs lieux, c'eſt-à-dire tous les lieux des parties d'un Corps pris enſemble : ainſi, nous diſons, la place d'un livre dans une bibliotheque d'où on le tire, parce que nous voyons que dans cette place toutes les parties de ce livre y peuvent exiſter enſemble ; & nous diſons : *il n'y a pas aſſez de place* pour ce livre, lorſque nous voyons que quelques parties de ce livre ſeulement y pourroient exiſter enſemble.

Ce que c'eſt que ſituation.

§. 93. Enfin on appelle *ſituation* l'ordre que pluſieurs coéxiſtans non contigus, obſervent dans leur coéxiſtance, enſorte que prenant l'un d'eux pour le premier, nous donnons une ſituation aux autres qui en ſont éloignés par rapport à celui-là : ainſi, prenant une maiſon dans une ville pour la premiere, toutes les autres obtiennent une ſituation à l'égard de cette maiſon,

maiſon, parce qu'elles ſont ſéparées les unes des autres, & qu'on peut déterminer leur ſituation par leur diſtance de celle qu'on a pris pour la premiere. Deux choſes donc ont la même ſituation à l'égard d'une troiſiéme lorſqu'elles en ſont à la même diſtance; c'eſt par cette raiſon que l'on dit que tous les points d'une circonference ont la même ſituation à l'égard du centre, en tant qu'on peut mettre la même étendue entre deux.

CHAPITRE



CHAPITRE VI.

Du Tems.

§. 94.

LEs notions du Tems & de l'Eſpace ont beaucoup d'analogie entre elles : dans l'Eſpace, on conſidere ſimplement l'ordre des coéxiſtans, en tant qu'ils coéxiſtent ; & dans la durée, l'ordre des choſes ſucceſſives, en tant qu'elles ſe ſuccedent, en faiſant abſtraction de toute autre qualité interne que de la ſimple ſucceſſion.

Analogie entre le Tems & l'Eſpace.

§. 95. On conſidere ordinairement le Tems de même que l'Eſpace ſous une image produite par des idées confuſes : ainſi, on ſe le fi-

L'idée ordinaire que l'on se fait du Tems est fausse.

gure comme un Etre composé de parties continuës, successives, qui coule uniformément, qui subsiste indépendamment des choses qui existent dans le Tems, qui a été dans un flux continuel de toute éternité, & qui continuera de même. Mais il est évident que cette notion du Tems comme d'un Etre composé de parties continuës & successives, qui coule uniformément, étant une fois admise, conduit aux mêmes difficultés que celle de l'Espace absolu; c'est-à-dire, que selon cette notion, le Tems seroit un Etre nécessaire, immuable, éternel, subsistant par lui-même, & que par conséquent tous les attributs de Dieu lui conviendroient.

Elle mene dans les mêmes difficultés que celle de l'Espace pur.

§. 96. C'est de cette idée qu'on se forme du Tems qu'est venue la fameuse question que M. Clarke faisoit à M. de Leibnits : *pourquoi Dieu n'avoit pas créé l'univers six mille ans plûtôt, ou plus tard.*

Le principe de la raison suffisante prouve que le Tems n'est rien hors des choses.

M. de Leibnits n'eût pas de peine à renverser cette objection du Docteur Anglois, & son opinion sur la nature du Tems, par le principe de la raison suffisante; il n'eût besoin pour y parvenir que de l'objection même de M. Clarke sur le tems de la création : car si le Tems est un Etre absolu qui consiste dans un flux uniforme, la question pourquoi Dieu n'a pas créé le monde six mille ans plûtôt ou plus tard, devient réelle, & force à reconnoître qu'il est arrivé

rivé quelque chose sans raison suffisante; car la même succession des Etres de l'univers étant conservée, Dieu pouvoit faire commencer le monde plûtôt ou plus tard, sans y causer aucun dérangement. Or puisque tous les instans sont égaux, quand on ne fait attention qu'à la simple succession, il n'y a rien en eux qui eût pû faire préferer l'un à l'autre, dès qu'aucune diversité ne seroit provenuë dans le monde par ce choix. Ainsi un instant auroit été choisi par Dieu préferablement à un autre pour donner l'actualité à ce monde sans raison suffisante; ce qu'on ne peut point admettre. (§. 8.)

Mais nous allons voir de plus, par l'analise de nos idées, que le Tems n'est qu'un Etre abstrait, qui n'est rien hors des choses, & qui n'est point par conséquent susceptible des proprietés que l'imagination lui attribuë.

§. 97. Lorsque nous faisons attention à la succession continuë de plusieurs Etres, & que nous nous représentons l'existence du premier A. distincte de celle du second B. & celle du second B. distincte de celle du troisiéme C. & ainsi de suite, & que nous remarquons que deux n'existent jamais ensemble; mais que A. ayant cessé d'exister, B. lui succede aussi-tôt; que B. ayant cessé, C. lui succede, &c. nous nous formons une notion d'un Etre que nous appellons *Tems*: & tenant que nous rapportons l'existence permanente d'un Etre à ces Etres successifs, nous disons

Comment on vient à se former l'idée du Tems comme d'un Etre absolu, qui existe indépendamment des Etres successifs.

ſons *qu'il a duré un certain tems*, en tant qu'on ſe repréſente que cet Etre qu'on conſidere, coéxiſte à pluſieurs autres qui ſe ſuccedent.

On dit donc qu'un Etre dure lorſqu'il coéxiſte à pluſieurs autres Etres ſucceſſifs dans une ſuite continuë : ainſi, la durée d'un Etre devient explicable & commenſurable par l'exiſtence ſucceſſive de pluſieurs autres Etres ; car on prend l'exiſtence d'un ſeul de ces Etres ſucceſſifs pour *un*, celle de deux pour *deux*, & ainſi des autres ; & comme l'Etre qui dure leur coéxiſte à tous, ſon exiſtence devient commenſurable par l'exiſtence de tous ces Etres ſucceſſifs.

Mille exemples peuvent éclaircir ce que je viens de dire : on dit, par exemple, qu'un Corps employe du tems à parcourir un Eſpace, parce qu'on diſtingue l'exiſtence de ce Corps dans un ſeul point, de ſon exiſtence dans tout autre point ; & on remarque que ce Corps ne ſçauroit exiſter dans le ſecond point ſans avoir ceſſé d'exiſter dans le premier, & que l'exiſtence dans le ſecond point, ſuit immédiatement l'exiſtence dans le premier. Et en tant qu'on aſſemble ces divers exiſtences, & qu'on les conſidere comme faiſant *un*, on dit que ce Corps employe du tems pour parcourir une ligne. Ainſi, le Tems n'eſt rien de réel dans les choſes qui durent, mais c'eſt un ſimple mode, ou rapport extérieur, qui dépend uniquement de l'eſprit, en tant qu'il compare la durée des Etres

avec le mouvement du Soleil, & des autres Corps extérieurs, ou avec la succeſſion de nos idées.

§. 98. Quand on fait attention à la chaîne qui amene nos idées, on s'apperçoit que l'eſprit ne conſidere dans la notion abſtraite du Tems que les Etres en général; & qu'ayant fait abſtraction de toutes les déterminations que ces Etres peuvent avoir, on ajoute ſeulement à cette idée générale qu'on en a retenue, celle de leur non-coéxiſtence, c'eſt-à-dire, que le premier & le ſecond ne peuvent point exiſter enſemble, mais que le ſecond ſuit le premier immédiatement, & ſans qu'on en puiſſe faire exiſter un autre entre deux, faiſant encore ici abſtraction des raiſons internes, & des cauſes qui les font ſe ſucceder l'un l'autre. De cette maniere, on ſe forme un Etre idéal, que l'on fait conſiſter dans un flux uniforme, & qui doit être ſemblable dans toutes ſes parties, puiſque pour ſe former, on employe pour chaque Etre la même notion abſtraite ſans rien déterminer de ſa nature, & que l'on ne conſidere dans tous ces Etres que leur exiſtence ſucceſſive ſans ſe mettre en peine comment l'exiſtence de l'un fait naître celle du ſuivant.

§. 99. Cet Etre abſtrait que nous nous ſommes ainſi formés, doit nous paroître indépendant des choſes exiſtantes, & ſubſiſtant par

lui-même ; car puisque nous pouvons distinguer la maniere successive d'exister des Etres, de leurs déterminations internes, & des causes qui font naître cette succession, nous devons regarder le Tems comme un Etre à part, constitué hors des choses, & qui pourroit subsister sans les choses réelles & successives, puisque nous pouvons encore penser à cette existence successive, après que nous avons détruit par notre pensée toutes les autres réalités, c'est-à-dire, que nous en avons fait abstraction.

§. 100. Mais comme nous pouvons aussi rendre à ces déterminations générales les déterminations particulieres qui en font des Etres d'une certaine espece, en appliquant notre attention à la fois à leur existence successive, & à leurs déterminations particulieres, il nous doit sembler que nous faisons exister quelque chose dans cet Etre successif qui n'y existoit point auparavant, & que nous pouvons de nouveau l'ôter sans détruire cet Etre.

§. 101. Le Tems doit être aussi considéré nécessairement comme continu ; car si deux Etres successifs A. & B. ne sont point conçûs comme continus dans leur succession, on en pourra placer un ou plusieurs entre deux qui existeront après que A. aura existé, & avant que B. existe. Or par là-même on admet du tems entre l'existence successive de A. & de B. ; ainsi, on

on doit considérer le Tems comme continu.

On se forme donc ainsi une notion imaginaire du Tems, en le considerant comme un Etre composé de parties successives, continuës, sans différence interne, auquel tous les Etres successifs coéxistent, & qui devient leur mesure commune; & cette notion peut avoir son usage, quand il ne s'agit que de la grandeur de la durée, & de comparer les durées de plusieurs Etres ensemble. Comme dans la Géométrie, on n'est occupé que de ces sortes de considérations, on peut fort bien alors mettre la notion imaginaire à la place de la réelle. Mais il faut bien se garder dans la Metaphisique & dans la Phisique de faire la même substitution; car alors on tomberoit dans ces difficultés, de faire de la durée un Etre éternel, & auquel tous les attributs de Dieu, dont j'ai parlé ci-dessus conviendroient.

§. 102. Le Tems n'est donc réellement autre chose que l'ordre des Etres successifs; & on s'en forme l'idée, entant qu'on ne considere que l'ordre de leur succession. Ainsi, il n'y a point de Tems sans des Etres véritables & successifs rangés dans une suite continuë; & il y a du Tems aussi-tôt qu'il existe de tels Etres.

Le Tems n'est autre chose que l'ordre des coéxistans.

§. 103. Mais cette ressemblance dans la maniere de se succeder de ces Etres, & cet ordre qui naît de leur succession, ne sont pas ces

Il est différent des Etres successifs.

comme le lieu & le nombre différent des choſes nombrées & coéxiſtantes.

choſes elles-mêmes, comme on a vû ci-deſſus (§ 87.) que le nombre n'eſt pas les choſes nombrées, & que le lieu n'eſt pas les choſes placées dans ce lieu. Car le nombre n'eſt qu'un aggrégé des mêmes unités, & chaque choſe devient une unité, quand on conſidere le tout ſimplement comme un Etre; ainſi, le nombre n'eſt qu'une relation d'un Etre conſideré à l'égard de tous, & quoiqu'il ſoit différent des choſes nombrées, cependant il n'exiſte actuellement qu'en tant qu'il exiſte des choſes qu'on peut réduire comme des unités ſous la même claſſe: ces choſes poſées, on poſe un nombre; & quand on les ôte, il n'y en a plus. De même, le Tems qui n'eſt que l'ordre des ſucceſſions continuës, ne ſçauroit exiſter à moins qu'il n'exiſte des choſes dans une ſuite continue: ainſi, il y a du Tems, lorſque les choſes ſont, & on l'ôte, quand on ôte ces choſes; & cependant il eſt, comme le nombre, différent de ces choſes qui ſe ſuivent dans une ſuite continuë. Cette comparaiſon du Tems & du Nombre peut ſervir à ſe former la véritable notion du Tems; & à comprendre que le Tems, de même que l'Eſpace, n'eſt rien d'abſolu hors des choſes.

Dieu n'eſt point dans le Tems, & toute ſucceſſion eſt immuable pour lui.

§. 104. Quant à Dieu, on ne peut point dire qu'il eſt dans le Tems, car il n'y a point de ſucceſſion dans lui, puiſqu'il ne lui peut point arriver de changement. Ainſi, il eſt toujours

jours le même, & il ne varie point dans sa nature ; & comme il est hors du monde, c'est-à-dire, qu'il n'est point lié avec les Etres dont l'union constituë le monde, il ne coéxiste point aux Etres successifs comme les créatures ; ainsi, sa durée ne peut point se mesurer par celle des Etres successifs : car quoique Dieu continue d'exister pendant le Tems, comme le Tems n'est que l'ordre de la succession des Etres, & que cette succession est immuable par rapport à Dieu, auquel toutes les choses avec tous leurs changemens, sont présentes à la fois ; Dieu n'existe point dans le Tems. Dieu est à la fois tout ce qu'il peut être, au lieu que les créatures ne peuvent subir que successivement les états dont elles sont susceptibles.

§. 105. On ne peut point admettre de parties actuelles du Tems, que celles que des Etres actuellement existans désignent ; car le Tems actuel n'étant qu'un ordre successif dans une suite continuë, on ne peut point admettre de portions de Tems qu'en tant qu'il y a eu des choses réelles qui ont existé, & cessé d'exister ; car l'existence successive fait le Tems, & un Etre qui coéxiste au moindre changement actuel dans la nature, a duré le plus petit tems actuel ; & les moindres changemens, comme, par exemple, les mouvemens des plus petits animaux, désignent les plus petites parties actuelles

tuelles du Tems dont nous puissions nous apercevoir.

§. 106. On represente ordinairement le Tems par le mouvement uniforme d'un point qui décrit une ligne droite, parce que le point est là l'Etre successif, present successivement à différens points, & engendrant par sa fluxion une succession continuë à laquelle nous attachons l'idée de Tems. Nous mesurons aussi le Tems par le mouvement uniforme d'un objet; car lorsque le mouvement est uniforme, le mobile parcourera, par exemple, un pied dans le même Tems dans lequel il a parcouru un premier pied. Ainsi, la durée des choses qui coéxistent au mouvement du mobile, pendant qu'il parcourt un pied, étant prise pour *un*, la durée de celles qui coéxisteront à son mouvement, pendant qu'il parcourera deux pieds, sera *deux*; & ainsi de suite : enforte que par là, le Tems devient commensurable, puisqu'on peut assigner la raison d'une durée à une autre durée, qu'on avoit prise pour *un*. Ainsi, dans les horloges l'éguille se meut uniformément dans un cercle, & la vingt-quatriéme partie de la circonférence de ce cercle fait *un*; & l'on mesure le Tems avec cette unité, en disant deux heures, trois heures, &c.; de même, on prend une année pour *un*, parce que les révolutions du Soleil dans l'Ecliptique sont égales, & on s'en sert pour mesurer d'autres durées par rapport à cette unité.

§. 107.

§. 107. On connoît les efforts que les Aſtronomes ont fait pour trouver un mouvement uniforme, qui les mît à portée de meſurer exactement le Tems, & c'eſt ce que M. Hughens a trouvé par le moyen des Pendules dont il eſt l'inventeur, & dont je parlerai dans la ſuite.

C'eſt la ſucceſſion de nos idées, & non le mouvement des Corps, qui nous fait naître l'idée du Tems.

§. 108. Nous avons vû que l'éxiſtence ſucceſſive des Etres fait naître la notion du Tems; or comme ce ſont nos idées qui nous repréſentent ces Etres, la notion du Tems naît de la ſucceſſion de nos idées, & non du mouvement des Corps extérieurs; car nous aurions une notion du Tems, quand même il n'exiſteroit autre choſe que notre Ame, & en tant que les choſes qui éxiſtent hors de nous ſont ſemblables aux idées de notre Ame qui les repréſentent, elles éxiſtent dans le Tems.

Le mouvement eſt ſi loin de nous donner par lui-même l'idée de la durée, comme quelques Philoſophes l'ont prétendu, que nous n'acquérons même l'idée du mouvement, que par la réfléxion que nous faiſons ſur les idées ſucceſſives, que le Corps qui ſe meut éxcite dans notre eſprit par ſon éxiſtence ſucceſſive aux différens Etres qui l'environnent.

Pourquoi nous ne nous appercevons point du mouve-

Voilà pourquoi nous n'avons point l'idée du mouvement en regardant la Lune ou l'éguille d'une Montre, quoique l'une & l'autre ſoient en mouvement, car ce mouvement eſt ſi lent

que

ment, lorſqu'il eſt trop lent, ou trop prompt.

que le Mobile paroît dans le même point, pendant que nous avons une longue ſucceſſion d'idées; & parce que nous ne pouvons pas diſtinguer les parties de l'Eſpace que le Corps a parcouru dans cet intervalle, nous croyons que le Mobile eſt en repos: mais lorſqu'au bout d'un certain tems, la Lune & l'éguille de cette Montre ont fait un chemin conſidérable, alors notre eſprit joignant l'idée du point où il les a laiſſés, c'eſt-à-dire, leur coëxiſtence paſſée à de certains Etres, à celle de leur coéxiſtence actuelle à d'autres Etres, il acquert par ce moyen l'idée du mouvement de ce Corps.

De même, quand le Mobile va avec tant de rapidité que nous n'avons eû aucune ſucceſſion d'idée, pendant qu'il eſt allé d'un point à l'autre, nous diſons que le Mobile a parcouru le chemin dans un inſtant, c'eſt-à-dire, qu'il n'y a employé aucun tems ſenſible: par la même raiſon à peu près, que lorſque les impreſſions, que chacune des ſept couleurs fait ſur notre retine, ſont trop promtes, nous ne diſtinguons point chaque couleur en particulier; mais nous avons une ſenſation commune de toutes ces couleurs que nous avons nommée *Blancheur*.

§. 109. Ainſi ce n'eſt que le mouvement médiocre qui peut nous faire naître la notion du Tems, parce qu'il a quelque proportion avec la ſucceſſion de nos idées; mais il ne nous donne cette notion que, parce que l'Ame peut alors ſe repréſenter

représenter distinctement les différens états du Mobile l'un après l'autre, sans en confondre plusieurs ensemble. Or le Tems qui est un Etre idéal, est fort différent du mouvement qui est quelque chose de réel.

§. 110. Je ne puis donc imaginer comment on a pû dire dans un Mémoire qui a remporté le premier Prix de l'Académie des Sciences, (& où il a d'ailleurs des choses excellentes,) *que l'éxistence du mouvement dans un Corps, est l'éxistence du Tems dans le Corps ; que le Tems & le mouvement d'un Corps, c'est la même chose ; & enfin, que c'est un préjugé de l'enfance de croire que le Tems est la mésure du repos, comme celle du mouvement.* Car certainement je pourrois ne jamais remuer de ma place & avoir des idées successives ; or j'exisserois pendant un certain tems, & j'aurois une idée de la durée de mon Etre, par la succession de mes idées, quand même je ne me serois jamais mû, & que je n'aurois jamais vû de Corps en mouvement, & que par conséquent je n'eusse aucune idée du mouvement. Ainsi, tant qu'il y aura des Etres dont l'éxistence se succedera, il y aura nécessairement un Tems, soit que les Etres soient en mouvement, soit qu'ils soient en repos.

Mépriſe de M. de Crousas sur le Tems.

Pag. 59.

Il y auroit un Tems, quand même il n'y auroit point de mouvement.

§. 111. Ce qui fait que l'on a confondu le mouvement & le Tems, c'est que l'on n'a point distingué avec assez de soin le tems de ses mesures.

Il faut distinguer avec soin le Tems de ses mesures.

§. 112.

§. 112. Les mesures du Tems prises des Corps extérieures nous étoient nécessaires pour mettre de l'ordre dans les faits passés, présens, & même à venir ; & pour pouvoir donner aux autres une idée de ce que nous entendons *par une telle portion de Tems*, & pour nous en rendre compte à nous mêmes : car la succession de nos idées ne peut nous servir à aucun de ces usages ; elle ne peut nous servir de régle à nous-mêmes, parce que rien ne peut nous assûrer qu'entre deux perceptions qui paroissent se suivre immédiatement, il ne s'en est pas écoulé une infinité dont nous avons perdu le souvenir, & que des tems immenses séparent.

Cette succession de nos idées ne peut pas non plus nous servir de moyen, pour faire comprendre aux autres ce que nous entendons *par une telle portion de Tems*; car les idées se succedent plus vîte ou plus lentement dans les différentes têtes.

Pourquoi l'on mesure le Tems par le mouvement des Corps extérieurs.

Voilà pourquoi nous avons été obligés de prendre les mesures du Tems hors de nous. Presque tous les Peuples se sont accordés à se servir du cours du Soleil pour mesurer le Tems & c'est apparemment à cause qu'il paroît marcher sur nos têtes que les hommes ont confondu le Tems & le mouvement, faute de distinguer le Tems des mesures établies pour mesurer ses parties : car si le Soleil, par exemple, s'éteignoit & se rallumoit à des intervalles égaux, il nous serviroit également de mesure du Tems, quoique la Terre & lui fussent immobiles.

§. 113.

§. 113. Il n'y a point, & il ne peut point y avoir de mesure exactement juste du Tems; car on ne peut appliquer une partie du Tems à lui-même pour le mesurer, comme on mesure l'Etenduë par des pieds & des toises qui sont elles-mêmes des portions d'Etenduë. Chacun à sa mesure propre du Tems dans la promptitude ou la lenteur avec laquelle ses idées se succedent, & c'est de ces différentes vîtesses, dont les idées se succedent en différentes personnes, & dans la même personne en différent tems, que sont venuës plusieurs façons de s'exprimer, comme celle-ci, par exemple, *j'ai trouvé le tems bien long*; car le tems nous paroît long, lorsque les idées se succedent lentement dans notre esprit.

Il n'y a point de mesure du Tems exactement juste, & pourquoi.

§. 114. On sent aisément que les mesures du Tems peuvent être différentes chez les différens Peuples, le cours annuel & journalier du Soleil, les vibrations d'une Pendule (qui sont de toutes les mesures la plus juste) nous ont fourni celles *de Minutes*, *d'Heures*, *de Jours*, *& d'Années*: mais il est très-possible que d'autres choses ayent tenu lieu de mesures à d'autres Peuples. La seule qui soit universelle, c'est celle que l'on appelle *un instant*; car tous les hommes connoissent nécessairement cette portion de Tems, qui s'écoule pendant qu'une seule idée reste dans notre esprit.

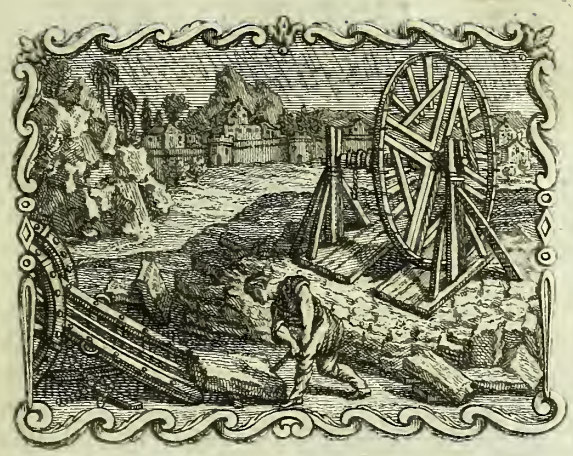
§. 115. Toutes les mesures du Tems ne sont fondées que sur la durée de notre Etre, & sur celle

celle des Etres qui coéxiſtent avec nous ; & dont nous rapportons l'éxiſtence à l'idée que nous avons de la nôtre : car ayant acquis l'idée de ſucceſſion & de Tems, pendant que nous avions des idées ſucceſſives, nous tranſportons cette idée au Tems, pendant lequel nous n'en avons point eû, comme dans l'évanouiſſement, par exemple ; & c'eſt ainſi, que nous acquérons l'idée de la durée du Monde & de l'Univers, en rapportant l'idée que nous avons de la durée de notre éxiſtence, au Tems qui s'eſt écoulé lorſque nous n'étions pas encore, & à celui qui s'écoulera quand nous ne ſerons plus.

Comment nous acquerons l'idée de l'Eternité.

§. 116. Nous concevons dans la durée de tous les Etres finis un commencement & une fin ; or ſi par abſtraction nous ôtons de cette idée celle du commencement, alors la durée eſt *l'Eternité à parte ante* ; ſi nous en ôtons la fin, cette eſpéce de durée s'appelle, *l'Eternité à parte poſt*, & c'eſt ainſi que l'Ame de l'homme eſt éternelle ; enfin, ſi nous ôtons de l'idée que nous avons de la durée des Etres finis ſon commencement, & ſa fin, la durée deviendra *l'Eternité de Dieu*, car il n'y a que Dieu qui puiſſe être Eternel *à parte poſt*, *& à parte ante*, c'eſt-à-dire, n'avoir ni commencement, ni fin. Ainſi, nous acquérons l'idée d'une durée infinie, comme toutes les autres idées de l'infini par des Additions & des Souſtractions dont nous ne pouvons jamais voir la fin.

CHAPITRE



CHAPITRE VII.

Des Elemens de la Matiére.

§. 117.

LES Philoſophes de tous les tems ſe ſont exercés ſur l'origine de la Matiére, & ſur ſes Elemens. Les Anciens avoient chacun leur ſentiment différent ſur ce ſujet, les uns faiſoient l'Eau, l'Element primitif de tous les Corps; les autres, l'Air; d'autres, le Feu; Ariſtote réüniſſant tous ces ſentimens divers admettoit quatre Elemens des choſes, l'Eau, l'Air, la Terre, & le Feu: il croyoit que du mélange de ces quatre prin-

Quels étoient ſelon les anciens Philoſophes les principes des choſes.

cipes, qui, selon lui, étoient simples, parce qu'ils n'étoient point resolubles en d'autres mixtes, resultoit tout ce qui nous entoure.

Idée de Descartes sur les Elemens de la matiére.

§. 118. Descartes, qui malgré l'intervalle du tems qui est entre Aristote & lui, lui a cependant succedé, a fait aussi des Elemens à sa maniére; il a substitué aux quatre principes d'Aristote trois sortes de petits Corps de différente grosseur & différemment figurés, ces petits Corps ou Elemens resultoient, selon lui, des divisions primitives de la Matiére, & formoient par leur combinaison, le Feu, l'Eau, la Terre, l'Air, & tous les Corps qui nous environnent.

Opinion nouvelle sur les Elemens, qui s'est formée de celle de Descartes.

La plûpart des Philosophes d'aujourd'hui ont abandonné les trois Elemens de Descartes, & conçoivent simplement la Matiére comme une masse uniforme & similaire, sans aucune différence interne; mais dont les petites parties ont des formes & des grandeurs si diversifiées, que la varieté infinie qui régne dans cet Univers peut en resulter. Ainsi, ils ne mettent de différence entre les parties constituantes de l'or, & du papier, par exemple, que celle qui vient de la figure & de l'arrangement de ces parties.

Cette opinion est à peu près celle d'Epicure sur les Atomes.

Cette opinion qui est très-connuë, ainsi que celle de Descartes, est à peu de chose près celle d'Epicure sur les Atomes que Gassendi à renouvellée de nos jours; car ces parties solides & insécables de la Matiére, qui ne sont distinguées les unes des autres que par leur figure, & leur grandeur

grandeur, ne différent des Atomes d'Epicure que par le nom.

§. 119. M. de Leibnits qui ne perdoit jamais de vûe le principe de la raiſon ſuffiſante, trouva que ces Atomes ne lui donnoient point la raiſon de l'étenduë de la Matiére, & cherchant à découvrir cette raiſon, il crut voir qu'elle ne pouvoit être que dans des parties non étendues, & c'eſt ce qu'il appelle *des Monades.*

Le principe de la raiſon ſuffiſante montre que les Atomes ſont inadmiſſibles.

Peu de gens en France connoiſſent autre choſe de cette opinion de M. de Leibnits que le mot *des Monades*; les Livres du célebre Wolff, dans leſquels il explique avec tant de clarté & d'éloquence le ſiſtême de M. de Leibnits, qui a pris entre ſes mains une forme toute nouvelle, ne ſont point encore traduits dans notre Langue: je vais donc tâcher de vous faire comprendre les idées de ces deux grands Philoſophes ſur l'origine de la Matiére; une opinion que la moitié de l'Europe ſavante a embraſſée, mérite bien qu'on s'applique à la connoître.

Expoſition du ſiſtême de M. de Leibnits ſur les Monades ou Elemens de la matiére.

§. 120. Tous les Corps ſont étendus en longueur, largeur, & profondeur; or comme rien n'éxiſte ſans une raiſon ſuffiſante, il faut que cette étenduë ait ſa raiſon ſuffiſante par laquelle on puiſſe comprendre, comment, & pourquoi elle eſt poſſible; car de dire, *qu'il y a de l'étenduë, parce qu'il y a de petites parties étenduës,* ce n'eſt rien dire, puiſque l'on fera la même que-

ſtion ſur ces petites parties que ſur le tout, & que l'on demandera la raiſon ſuffiſante de leur étenduë : or comme la raiſon ſuffiſante oblige d'alleguer quelque choſe qui ne ſoit pas la même que celle dont on demande la raiſon, puiſque ſans cela on ne donne point de raiſon ſuffiſante, & que la queſtion demeure toujours la même; ſi l'on veut ſatisfaire à ce principe ſur l'origine de l'étenduë, il faut en venir enfin à quelque choſe de non-étendu, & qui n'aît point de parties, pour rendre raiſon de ce qui eſt étendu, & qui a des parties : or un Etre non-étendu & ſans parties, eſt un Etre ſimple. Donc les compoſés, les Etres étendus éxiſtent, parce qu'il y a des Etres ſimples.

Il faut avoüer que cette concluſion étonne l'imagination, les Etres ſimples ne ſont point de ſon reſſort, on ne peut ſe les repréſenter par des Images, & l'Entendement ſeul peut les concevoir. Les Leibnitiens ſe ſervent, pour faire recevoir les Eſtres ſimples avec moins de repugnance, d'une comparaiſon aſſez juſte ; ſi quelqu'un demandoit, diſent-ils, comment il ſe peut faire qu'il y ait des Montres, il ne ſe contenteroit certainement pas ſi on lui répondoit ; *c'eſt parce qu'il y a des Montres* ; mais pour donner des raiſons ſuffiſantes & qui ſatisfaſſent, de la poſſibilité d'une Montre, il faudroit en venir à des choſes qui ne fuſſent point *Montres*, c'eſt-à-dire, aux reſſorts, aux roues, aux pignons, à la chaîne, &c. Ce même raiſonnement

ment a lieu pour l'étenduë ; car lorſque l'on dit qu'il y a des Corps étendus parce qu'il y a des atomes, c'eſt comme ſi l'on diſoit : *il y a de l'étenduë, parce qu'il y a de l'étenduë* : ce qui eſt en effet ne rien dire du tout. On ne peut donc trouver la raiſon ſuffiſante d'un Eſtre étendu & compoſé que dans des Eſtres ſimples & non étendus, de même que la raiſon ſuffiſante d'un nombre compoſé ne peut ſe trouver que dans un nombre non compoſé, c'eſt-à-dire, dans l'unité. Il faut donc convenir, concluent ces Philoſophes, qu'il y a des Eſtres ſimples, puiſqu'il y a des Eſtres compoſés.

§. 121. Les atomes, ou parties inſécables de la Matiere ne peuvent être les Etres ſimples ; car ces parties, quoique phiſiquement inſécables, ſont étenduës, & ſont par conſéquent dans le même cas que les Corps qu'elles compoſent : ainſi, le principe de la raiſon ſuffiſante refuſe également aux plus petits Corps comme aux plus grands, cette ſimplicité qui leur eſt néceſſaire, pour que l'on puiſſe trouver en eux la raiſon de l'étenduë de la Matiere.

Les Atomes ne peuvent être les Eſtres ſimples dont la Matiere eſt compoſée.

On ne peut dire que, comme il faut enfin parvenir à des choſes néceſſaires en expliquant l'origine des Eſtres, il n'y a qu'à poſer que les atomes ſont néceſſairement étendus & indiviſibles, & qu'alors on n'aura plus beſoin de rechercher la raiſon de leur étenduë, puiſque tous les Philoſophes conviennent que ce qui

eſt néceſſaire n'a pas beſoin de démonſtration pourquoi il eſt ; car on ne doit reconnoître pour néceſſaire que ce dont le contraire implique contradiction (§. 20.) ce qui eſt néceſſaire a donc beſoin d'une raiſon ſuffiſante qui faſſe voir pourquoi il eſt néceſſaire ; & cette raiſon ne peut être que la contradiction qui ſe trouve dans ce qui lui eſt oppoſé. Or comme il n'implique point contradiction que des Eſtres étendus ſoient diviſibles, on ne peut recevoir l'indiviſibilité des atomes comme néceſſaire : ainſi il en faut venir à des Eſtres ſimples.

La volonté du Créateur à laquelle les Atomiſtes recourent pour rendre raiſon de l'étenduë de l'atome, ne peut, ſelon M. de Leibnits, reſoudre cette queſtion, parce qu'il ne s'agit pas de ſçavoir pourquoi l'étenduë exiſte, mais comment & pourquoi elle eſt poſſible. Or on a vû ci deſſus que la volonté de Dieu eſt la ſource de l'actualité, mais non pas de la poſſibilité des choſes. Donc, on ne peut y recourir pour rendre raiſon de la poſſibilité de l'étenduë.

§. 122. M. de Leibnits après avoir établi la néceſſité des Eſtres ſimples, explique leur nature & leurs proprietés.

Les Eſtres ſimples ou Monades n'ont point de parties.

Les Eſtres ſimples n'ayant point de parties, aucune des proprietés qui naiſſent de la compoſition ne ſçauroit leur convenir ; ainſi, les Eſtres ſimples n'étant point étendus, ſont indiviſibles ; car n'ayant point pluſieurs parties, qui ſont *un*, on ne ſçauroit les ſéparer. §. 123.

§. 123. Ils n'ont point de figure, car la figure est la limitation de l'étenduë ; or ces Estres simples n'étant point étendus, ils ne peuvent avoir de figure : par la même raison, ils n'ont point de grandeur, & ils ne rempliſſent point d'espace, & n'ont point de mouvement interne ; car toutes les proprietés conviennent au composé, & découlent de la composition : ainsi, les Estres simples sont tous différens des Estres composés, & ils ne peuvent être ni vûs, ni touchés, ni representés à l'imagination par aucune image sensible.

Ni de figure.

§. 124. Un Estre simple ne peut être produit par un Estre composé, car tout ce qui peut provenir d'un composé, naît, ou d'une nouvelle association, ou de la dissociation de ses parties ; or l'association ne peut produire qu'un Estre composé, & de la dissociation, quand elle est poussée à son dernier période, il ne peut venir que des Estres simples qui existoient déja dans le composé : donc ils n'ont pas été produits par cette dissociation : donc un Estre simple ne peut venir d'un Estre composé.

Il ne peut venir non plus d'un autre Estre simple, car l'Estre simple étant indivisible, & n'ayant point de parties qu'on puisse séparer, rien ne peut se détacher de lui. Ainsi, un Estre simple ne sçauroit naître d'un Estre simple ; or puisque les Estres simples ne peuvent provenir

La raison suffisante des Etres simples est dans Dieu.

des Eſtres compoſés, ni d'autres Eſtres ſimples; il s'enſuit que la raiſon des Eſtres doit être dans l'Eſtre néceſſaire, c'eſt-à-dire, dans Dieu. Et on ne peut dire que la raiſon des atomes ou parties inſécables de la Matiere pourroit être dans Dieu comme celle des Eſtres ſimples; Dieu n'a pû créer l'étenduë ſans créer auparavant les Etres ſimples; car il faut que les parties du compoſé exiſtent avant le compoſé, mais les parties n'étant plus réſolubles en d'autres, leur raiſon premiere doit ſe trouver dans le Créateur.

§. 125. Les Eſtres ſimples étant l'origine des Eſtres compoſés, il faut que l'on trouve dans les Eſtres ſimples la raiſon ſuffiſante de tout ce qui ſe trouve dans les Eſtres compoſés; les Eſtres ſimples doivent donc avoir des déterminations intrinſeques, par leſquelles on puiſſe comprendre pourquoi les compoſés qui en réſultent, ſont plutôt tels qu'ils ſont, que tout autrement, c'eſt-à dire, pourquoi ils ont tels & tels attributs, telles & telles proprietés, &c. Or comme vous avez vû ci-deſſus qu'il n'y a point d'Eſtres ſemblables dans la nature, tous les Eſtres ſimples doivent être diſſemblables & contenir en eux des différences, qui empêchent qu'on ne puiſſe mettre l'un à la place de l'autre dans un compoſé, ſans changer ſa déterminations, puiſque ſi ces Eſtres ſimples n'étoient pas tous diſſemblables, les compoſés qui en réſultent ne le pourroient point être non plus.

Les Eſtres ſimples contiennent la raiſon ſuffiſante de tout ce qui ſe trouve dans les Eſtres compoſés.

§. 126.

§. 126. On observe dans les composés un changement perpétuel ; rien ne demeure dans l'état où il est ; tout tend au changement dans la nature ; or puisque la raison premiere de ce qui arrive dans les composés se doit enfin trouver dans les simples, dont les composés resultent, il se doit trouver dans les Etres simples un principe d'action capable de produire ces changemens perpétuels, & par lequel on puisse comprendre pourquoi les changemens se font en un tel tems, plutôt que dans tout autre, & d'une telle maniere, plutôt que de toute autre.

Les Etres simples ont un principe d'action & c'est ce qu'on appelle *Force.*

Le principe qui contient la raison suffisante de l'actualité d'une action quelle qu'elle soit, s'appelle *force* ; car la simple puissance ou faculté d'agir n'est dans les Etres qu'une possibilité d'action ou de passion, à laquelle il faut une raison suffisante de son actualité. C'est ainsi que l'on dit qu'un animal a la faculté de marcher, un arc, celle de chasser une fléche, une montre, celle de marquer les heures, parce qu'on peut expliquer par la structure de l'animal, de l'arc & de la montre, comment & pourquoi ces effets sont possibles, mais il ne suit point de là que ces effets soient actuels; car si cela étoit, l'animal marcheroit toujours, & la montre indiqueroit toujours les heures, mais c'est ce qui n'arrive pas. Il faut donc admettre entre cette possibilité une raison suffisante de l'actualité, c'est-à-dire, une force qui mette en œuvre cette puissance que l'Etre a d'agir. Or la raison suffisante

ſante de tout ce qui arrive aux compoſés devant ſe trouver à la fin dans les Etres ſimples, il s'enſuit que les Etres ſimples ont cette force, qui conſiſte dans une tendance continuelle à l'action, & cette tendance a toujours ſon effet quand il n'y a point de raiſon ſuffiſante qui l'empêche d'agir, c'eſt-à-dire, quand il n'y a point de reſiſtance ; car on doit appeller réſiſtance, ce qui contient la raiſon ſuffiſante pourquoi une action ne devient point actuelle, quoique la raiſon de ſon actualité ſubſiſte.

Les Etres ſimples ſont dans un mouvement continuel.

Les Etres ſimples ſont donc doüés d'une force, quelle qu'elle puiſſe être, par l'énergie de laquelle ils tendent à agir, & agiſſent en effet dès qu'il n'y a point de réſiſtance. Or comme l'experience prouve que la force des Eſtres ſimples ſe déploye continuellement puiſqu'elle produit des changemens ſenſibles à chaque inſtant dans les compoſés, il s'enſuit que chaque Eſtre ſimple eſt en vertu de ſa nature & par ſa force interne, dans un mouvement qui produit en lui des changemens perpetuels & une ſucceſſion continuë ; & que ſon état interne & la ſuite des ſucceſſions qu'il éprouve ſont différens de l'état interne, & des ſucceſſions qu'éprouve tout autre Etre ſimple dans l'Univers entier.

§. 127. Les compoſés durent malgré les changemens qu'ils ſubiſſent, la matiere demeure la même pendant qu'elle reçoit différentes formes,

formes, notre Corps, ni celui des Planetes, ni l'air, ni rien de ce qui nous entoure ne s'anéantit; cependant l'état de ces Etres change à tout moment: il faut donc que les Etres simples dont les Etres composés résultent, durent c'est-à-dire, qu'ils ayent des déterminations constantes & invariables, pendant qu'ils en ont d'autres qui varient continuellement; car si les simples n'étoient pas durables par leur nature, les composés ne pourroient durer: les Etres simples sont donc de véritables substances, c'est-à-dire, des Etres durables & susceptibles des modifications que leur force Interne produit, (§. 52.)

Il n'y a de véritables substances que les Etres simples.

Rien ne sçauroit arrêter cette force interne des Etres simples, ni changer les effets qui en sont une suite, parce qu'aucun agent naturel ne peut ni briser, ni détruire les Etres simples.

§. 128. On voit par là que les véritables Substances (c'est-à-dire) les Etres simples sont actives, puisqu'elles portent en elles le principe de leurs changemens, c'est-à-dire, cette force qui leur est essentielle, qui ne les quitte jamais, & qui ne peut s'éteindre: & l'on comprend ce que M. de Leibnits entendoit lorsqu'il disoit que le véritable caractere de la Substance est d'agir, qu'elle se distingue des accidens par l'action, & qu'il est impossible de la concevoir sans force.

J'ai dit ci-dessus que suivant le sentiment de M.

M. de Leibnits, chaque Monade, ou Etre ſimple (car c'eſt la même choſe) contient une ſuite de changemens qui eſt différente de la ſuite des changemens, de tout autre Etre ſimple, ce qui eſt une ſuite néceſſaire du principe des indiſcernables. Nous en avons un exemple dans nos ames, car perſonne ne doute que la ſuite des idées d'une ame ne ſoit différente de la ſuite des idées de toutes les autres ames qui exiſtent.

§. 129. Les différens états d'un Etre ſimple dépendent les uns des autres ; car un tel état ſucceſſif n'étant point plus néceſſaire qu'un autre, il faut qu'il y ait une raiſon ſuffiſante pourquoi un tel état eſt actuel, & pourquoi plûtôt en tel tems qu'en tout autre : or cette raiſon ne peut ſe trouver que dans l'état qui a précedé, & la raiſon de celui-ci ſera dans l'état antécedent à lui, & ainſi de ſuite juſqu'au premier. Ce premier état, qui n'en ſuppoſe point d'autre antécedent à lui, a dépendu de Dieu ; mais tous les états conſéquens ſont liés entre eux, enſorte que du premier découle le dernier qui y étoit contenu, & qui doit être tel, parce que le premier a été ainſi & non pas autrement : de même que l'état actuel d'un Horloge dépend de l'état précedent, celui là d'un autre, & ainſi de ſuite, juſqu'au premier qui a dépendu de la façon dont l'ouvrier a arrangé les rouës ; & c'eſt ainſi que la 47. propoſition d'Euclide découle de la premiere, & y eſt contenuë.

§. 130.

§. 130. Tout est lié dans le monde ; chaque Etre a un rapport à tous les Etres qui coéxistent avec lui, & à tous ceux qui l'ont précedé, & qui doivent le suivre : nous sentons nous-même à tout moment que nous dépendons des Corps qui nous environnent ; qu'on nous ôte la nourriture, l'air, un certain degré de chaleur, nous périssons, nous ne pouvons plus vivre ; toute la Terre dépend de l'influence du Soleil, & elle ne sçauroit se conserver, ni végeter sans son secours. Il en est de même de tous les autres Corps ; car quoique nous ne voyions pas toujours distinctement leur liaison mutuelle, nous ne pouvons cependant par le principe de la raison suffisante & par l'analogie, douter qu'il n'y en ait une, & que cet Univers ne fasse un tout, un entier & une seule machine dont toutes les parties se rapportent les unes aux autres, & sont tellement liées ensemble, qu'elles conspirent toutes à une même fin.

Tout est lié l'un à l'autre dans cet Univers.

§. 131. Les raisons primitives de tout ce qui arrive dans les Corps, devant se trouver enfin dans les Elemens dont ils sont composés, il s'ensuit que la raison primitive de la liaison des Corps entre eux en tant qu'ils coéxistent, & qu'ils se succedent, se trouve dans les Etres simples : la liaison des parties du Monde dépend donc de la liaison des Elemens, qui en est le fondement, & la premiere origine. Ainsi, l'état de chaque

chaque Element renferme une relation à l'état préſent de l'Univers entier, & à tous les états qui naîtront de l'état préſent, de même que dans une Machine bien faite, la moindre partie a une relation à toutes les autres : car l'état d'un Element quelconque A étant déterminé, l'harmonie & l'ordre demandent que l'état de ſes voiſins B C D, &c. ſoient auſſi déterminés d'une telle maniére, plûtôt que de toute autre, pour conſpirer avec l'état du premier ; & comme la même raiſon continuë pour tous les états des Elemens, tous les états futurs des Elemens auront auſſi une relation à l'état préſent qui doit coéxiſter avec eux, aux états paſſés dont cet état préſent découle, & aux états qui le ſuivront, & dont il eſt la cauſe. Ainſi, on peut dire que dans le ſiſtême de M. de Leibnits, c'eſt un problême Métaphiſico-Géometrique, *l'état d'un Element étant donné, en déterminer l'état paſſé, préſent, & futur de tout l'Univers* : la ſolution de ce problême eſt reſervée à l'éternel Géometre qui le reſout à tout moment, en ce qu'il voit diſtinctement la relation de l'état de chaque Etre ſimple à tous les états paſſés, préſens, & futurs de tous les autres Etres de l'Univers : mais il ſera toujours impoſſible aux Etres finis d'avoir une idée diſtincte de cette relation infinie, que toutes les choſes qui éxiſtent ont entre elles, parce qu'alors ils deviendroient Dieu.

§. 132. Notre Ame ſe repréſente à la vérité

té l'Univers entier, mais c'eſt d'une maniére confuſe, au lieu que Dieu le voit d'une maniére ſi diſtincte, qu'aucun des rapports qui y entrent ne lui échappent. C'eſt encore un des ſentimens de M. de Leibnits, qui a le plus beſoin d'être éclairci & d'être ſauvé du ridicule, dont on pourroit le charger, que cette repréſentation de l'Univers entier, & de tous ſes changemens, qu'il prétend être un attribut de notre Ame.

Notre ame a des repréſentations obſcures de tout ce qui arrive dans tout l'Univers.

On ſait, & tous les Philoſophes conviennent que le mouvement ſe propage dans le plein à toutes les diſtances, la moindre pierre jettée dans l'Océan trouble l'équilibre de cette maſſe d'eau immenſe, & y forme des anneaux dont on ne diſcerne point diſtinctement la fin. Figurons nous, par exemple, un batteau qui flotte ſur la Mer, & qu'on y jette à des diſtances différentes de ce batteau, des pierres de différente groſſeur, on s'apperçoit que chaque pierre fait naître des anneaux, qui en forme d'ondes ſe propageront plus ou moins fort, à proportion qu'elles viennent de plus loin, & que la cauſe qui les a produites étoit plus puiſſante. Ainſi, ce bateau recevra ſucceſſivement des impreſſions de toutes les pierres, dont chacune eſt telle qu'on en pourroit déterminer la cauſe, & la diſtance: or nous ſommes dans le même cas que ce batteau, notre Corps nage dans un fluide infini, & il vient des ondes le frapper de toutes parts, leſquelles portent avec elles le caractére de leur origine

origine ; lorſqu'une impreſſion dans les organes de nos ſens eſt forte, & qu'elle excite en nous un mouvement violent, parce que l'objet qui en eſt la cauſe eſt proche, nous l'apperçevons & nous en avons une idée fort claire ; à meſure que l'objet qui cauſe la ſentation s'éloigne, l'impreſſion qu'il fait ſur les organes de nos ſens devient moins forte, & la clarté de l'idée qu'elle excite en nous ſuit cette dégradation, & diminuë à proportion ; car par la loi de continuité, la clarté de l'idée doit ſuivre la force de l'impreſſion. Ainſi, quand l'objet eſt fort loin, & qu'il ne peut faire d'impreſſion ſenſible ſur nos ſens, l'idée doit auſſi devenir inſenſible, c'eſt-à-dire, doit former une repréſentation obſcure ; or les impreſſions que les objets font ſur nous, continuent à quelque diſtance qu'ils puiſſent être placés, parce que dans le plein tout mouvement doit produire des ondes à l'infini, comme cette pierre qu'on jette dans l'Océan, dont je viens de parler, & les ondes propagées & dilatées à l'infini doivent néceſſairement venir juſqu'à nous, & par conſéquent, il ſe doit faire dans notre ame une repréſentation relative au mouvement que nos organes ont éprouvé. Car ſi à une certaine diſtance les repréſentations que les objets excitent dans notre ame, venoient à ceſſer, quoique les impreſſions qu'ils font ſur nos ſens continuaſſent, il ſe feroit un ſaut dans la Nature, ce qui ſeroit contraire au principe de la

raiſon

raiſon ſuffiſante (§. 13.) car il n'y auroit point de raiſon, pourquoi la clarté d'une idée auroit diminué par gradation, & ſuivi la proportion des impreſſions juſqu'à un certain point, & qu'à ce point elle vint à finir comme par un ſaut, quoique la raiſon pour laquelle elle devroit continuer ſubſiſtât toujours. Ainſi, dès qu'on admet le principe de la raiſon ſuffiſante, & le plein qui en eſt une ſuite, on eſt obligé de convenir que nous recevons des impreſſions de tous les mouvemens qui arrivent dans l'Univers, & que notre ame en a des repréſentations obſcures, à cauſe de la liaiſon conſtante qui eſt entre les impreſſions du Corps & les repréſentations de l'ame. Nous ne pouvons avoir à la vérité une repréſentation claire que des changemens les plus marqués, & qui affectent nos organes avec une certaine force; mais toutes ces repréſentations éxiſtent, quoique notre ame ne les apperçoive point, à cauſe de leur foibleſſe & de leur multiplicité infinie, qui fait qu'il eſt impoſſible de les diſtinguer, & que par conſéquent, elles n'éxcitent en nous que des repréſentations obſcures. Qu'une infinité de repréſentations obſcures accompagnent nos idées les plus claires, c'eſt ce dont nous ne pouvons diſconvenir, ſi nous faiſons un peu d'attention ſur nous-mêmes. J'ai une idée toute claire, par exemple, de ce papier, ſur lequel j'écris, & de la Plume dont je me ſers: cependant, combien de repréſentations obſcures ſont enveloppées & cachées, pour ain-

ſi dire, dans cette idée claire; car il y a une infinité de choſes dans la tiſſure de ce papier, dans l'arrangement des fibres qui le compoſe, dans la différence & la reſſemblance de ces fibres que je ne diſtingue point, & dont j'ai cependant une repréſentation obſcure; car les fibres, leurs différences, & leur arrangement ſubſiſtant, il n'y a aucune raiſon pourquoi elles ne cauſeroient pas des impreſſions dans mes organes, & par conſéquent des repréſentations dans mon Ame: mais ces impreſſions étant trop foibles & trop compoſées, je ne les diſtingue point, & il en naît dans mon Ame des repréſentations obſcures. Ainſi, la repréſentation totale qui reſulte du tout de ce papier eſt claire; mais les repréſentations partiales ſont obſcures. Il eſt aiſé de voir par-là pourquoi dans le ventre de nos meres, nous ſommes dans un état d'idées toutes obſcures, c'eſt que notre Corps n'étant point encore développé, nos membres & nos organes ſont affaiſſés & concentrés preſque dans un point; par conſéquent il eſt impoſſible que l'animal ne ſoit également affecté par tout de la même impreſſion. Ainſi, le moindre mouvement ébranle l'animal entier ſi fort, qu'il ne ſauroit diſtinguer une impreſſion d'une autre, ni par conſéquent ſe former d'idées diſtinctes; au lieu que quand nous ſommes ſortis des envelopes de l'*uterus*, notre Corps eſt tellement diſpoſé, que le mouvement des raiſons de lumiére, par exemple, ne peut point ébranler les nerfs acouſtiques, ni les ſons

le

le nerf optique, & embrouiller par-là des idées fort différentes, qui doivent être conçûes & senties séparement pour qu'elles puissent être distinctes.

§. 133. Cette liaison de notre Ame avec l'Univers entiers vient donc de l'union des Elemens entre eux, & des rapports qu'ils ont tous les uns avec les autres, & ces rapports naissent de leur dissemblance; car cette dissemblance fait que chaque Element par son essence & par ses déterminations intrinseques, éxige la coéxistance d'un tel Element auprès de lui plûtôt que de tout autre, & l'on ne pourroit ôter un Element de sa place pour lui en substituer un autre, & conserver cependant la même suite de choses; un tel changement changeroit tout l'Univers, & il s'en formeroit un Univers nouveau: d'où l'on voit que l'on trouve dans la dissemblance des Elemens, pourquoi cet Univers est tel qu'il est plûtôt que tout autre. C'est encore par cette dissemblance que l'on peut comprendre comment des Etres non étendus peuvent former des Etres étendus; car les Elemens éxistent tous nécessairement les uns hors des autres (puisque l'un ne peut jamais être l'autre,) & étant tous, comme on vient de le voir, unis & liés ensemble, il en resulte un assemblage de plusieurs Etres divers, qui éxistent tous les uns hors des autres, & qui par leur liaison font un tout; mais j'ai fait voir que nous ne pouvons nous représenter l'étenduë que comme l'assemblage de plusieurs

choſes diverſes coéxiſtantes, & qui éxiſtent les unes hors des autres (§. 77.) : donc, concluënt les Leibnitiens, un agrégat d Etres ſimples doit être étendu. Ainſi, de l'union Métaphiſique des Elemens entr'eux découle l'union Méchanique des Corps que nous voyons ; car toute la Méchanique qui tombe ſous nos ſens dérive à la fin, & en remontant à la ſource premiere, de principes ſupérieurs & Metaphiſiques.

§. 134. Les Compoſés ne peuvent ſubſiſter ſans les ſimples, ni recevoir aucun changement qui ne ſoit fondé dans les Elemens ; ainſi les Compoſés ne ſont point des Subſtances par eux mêmes, mais des aſſemblages de Subſtances ou d'Etres ſimples. Car dans l'Etre compoſé, il n'y a rien de Subſtantiel que les Elemens ; tout le reſte, comme la grandeur, la figure des parties, leur ſituation entre elles, les qualités Phyſiques de la Matiére, comme la dureté, la ductilité, la meabilité, &c. qui conſtituent le Compoſé, ne ſont que des Modes ; comme dans une Montre, par exemple, la figure des Roues, leur combinaiſon, la qualité du reſſort, la duretés des parties, &c. conſtituent la Montre : cependant, on voit évidemment que toutes ces choſes ne ſont que des Modes, qui peuvent varier ſans que la matiére de la Montre périſſe ; & par conſéquent il ne périt rien de ſubſtantiel, quoiqu'un compoſé ceſſe, & qu'il s'en forme un autre par la différente combinaiſon de ſes parties,

Tout Etre compoſé n'eſt point une ſubſtance, mais un aggrégat de ſubſtances, c'eſt-à-dire, d'Etres ſimples.

ties, puiſque les Elemens continuent toujours de ſubſiſter, & de durer quelque ſéparation qui puiſſe arriver aux parties qui ſont les Compoſés. Cependant, l'étendue doit nous paroître une Subſtance, car nous voyons qu'elle dure, & qu'elle peut être modifiée (§. 52.); mais ſi nous examinons cette idée avec les yeux de l'Entendement, nous ferons obligés de reconnoître qu'elle n'eſt qu'un Phenoméne, une abſtraction de pluſieurs choſes réelles, par la confuſion deſquelles nous nous formons cette idée d'étendue; c'eſt de cette confuſion que naiſſent preſque tous les objets qui tombent ſous nos ſens, & dont les réalités ſont ſouvent infiniment différentes des apparences (§. 53.) Ainſi, ſi nous pouvions voir diſtinctement tout ce qui compoſe l'étendue, cette apparence d'étendue, qui tombe ſous nos ſens, diſparoîtroit, & notre Ame n'appercevroit que des Etres ſimples éxiſtans les uns hors des autres, de même que ſi nous diſtinguons toutes les petites portions de matiére differemment mues, qui compoſent un portrait, ce portrait qui n'eſt qu'un Phenoméne diſparoîtroit pour nous. Ainſi, la même confuſion, qui eſt dans mes organes & qui fait que de la reſſemblance d'un viſage humain reſulte l'aſſemblage de pluſieurs portions de matiére différemment mues, dont aucune n'a de rapport au Phenoméne, qui en reſulte pour moi, cette même confuſion, dis je, fait que le Phenoméne de l'étendue reſulte pour nous de l'aſſemblage

Comment l'étenduë peut réſulter de l'aſſemblage des Etres ſimples.

des Etres simples & de leurs différences internes; mais comme il est impossible que nous nous représentions l'état interne de tous les Etres simples, duquel, cependant, le Phenoméne de l'étendue dépend, toute perception des réalités nous doit échapper par notre nature; & il ne nous reste des idées confuses que nous avons de chacun de ces Etres simples, qu'une idée de plusieurs choses coéxistantes, & liées ensemble, sans que nous sachions distinctement comment elles sont liées, & c'est cette idée confuse qui fait naître le Phenoméne de l'étendue.

Pourquoi les Etres simples révoltent tant l'imagination.

§. 135. La répugnance que l'on a à concevoir comment des Etres simples & non étendus peuvent par leur assemblage composer des Etres étendus, n'est pas une raison pour les rejetter: cette révolte de l'imagination contre les Etres simples, vient vraisemblablement de l'habitude ou nous sommes de nous représenter nos idées sous des images sensibles, qui ne peuvent ici nous aider

Dans les choses dont on ne peut se faire d'images sensibles, & qu'on ne peut se représenter par des caractéres, il faut tâcher d'y suppléer en ne perdant jamais les principes incontestables de vûe, & en tirant des conclusions par des conséquences liées entr'elles, sans faire jamais aucun saut dans nos raisonnemens.

Il en seroit des vérités Géometriques comme des Etres simples, si on n'avoit pas inventé des signes pour les représenter à l'imagination

tion, cependant ces vérités n'en seroient pas moins sûres, peut-être quelques jours trouvera-t'on un calcul pour les vérités Metaphysiques, par le moyen duquel par la seule substitution des caractéres, on parviendra à des vérités comme dans l'Algebre. M. de Leibnits croyoit l'avoir trouvé; mais par malheur il est mort sans communiquer sur cela ses idées, qui du moins nous auroient mis sur la voie, si elles n'avoient pas donné tout ce que le nom d'un aussi grand homme promettoit.

§. 136. Il est fâcheux sans doute que tous les gens qui pensent ne soient pas d'accord sur les premiers principes des choses, il sembleroit que le droit que la vérité a sur notre assentiment devroit s'étendre sur toutes les notions & sur tous les tems. Cependant, combien de vérités ont été combattues des siécles entiers avant d'être admises; tel a été, par exemple, le véritable système du Monde, & de nos jours les forces vives. Il ne m'appartient pas de décider si les Monades de M. de Leibnits sont dans le même cas: mais soit qu'on les admette, ou qu'on les refute, nos recherches sur la nature des choses n'en seront pas moins sûres; car nous ne parviendrons jamais dans nos expériences jusqu'à ces premiers Elemens qui composent les Corps, & les Atomes physiques (§.172.), quoique composés encore d'Etres simples, sont plus que suffisans, pour exercer le desir que nous avons de connoître.

CHAPITRE VIII.

De la nature des Corps.

§. 137.

DESCARTES, le Pere Mallebranche, & tous leurs sectateurs ont fait consister l'essence du Corps dans l'étenduë ; ils croyoient qu'il ne falloit que de l'étenduë en longueur, largeur, & profondeur pour faire un Corps, & voici comment ils raisonnoient. L'essence d'une chose est ce qu'on reconnoît de premier dans cette chose, ce qui en est inséparable, & d'où dépendent toutes les proprietés qui lui conviennent. (37.) Ainsi, pour découvrir en quoi consiste l'essence de la Matiere, il faut examiner quelles

sont

ſont les proprietés qui ſont renfermées dans l'idée qu'on a de la Matiere, comme la fluidité, la dureté, le mouvement, le repos, l'étenduë, la figure, la diviſibilité, &c., & conſiderer enſuite quels ſont de tous ces attributs ceux qui en ſont inſéparables. Or la fluidité, la moleſſe, le mouvement, & le repos pouvant être ſéparés de la Matiere, puiſqu'il y a pluſieurs Corps qui ſont ſans dureté, ou ſans fluidité, ou ſans moleſſe, quelques-uns qui ne ſont point en mouvement d'une façon ſenſible, & d'autres qui ne ſont point en repos, il s'enſuit que tous ces attributs n'étant point inſéparables de la Matiere, ne lui ſont point eſſentiels.

Quatre attributs principaux des Corps.

Mais il reſte quatre attributs que nous concevons comme inſéparables de la Matiere, qui ſont la figure, la diviſibilité, l'impénétrabilité, & l'étendue. Pour connoître quel eſt de ces quatre attributs celui qu'on doit prendre pour l'eſſence de la Matiere, il faut donc examiner quel eſt celui, qui n'en ſuppoſe point d'autres, & qui doit ſe trouver le premier dans l'Etre. On reconnoît facilement alors que la figure, la diviſibilité, l'impénétrabilité ſuppoſent l'étendue, & que l'étendue ne ſuppoſe rien; mais que dès qu'elle eſt donnée, la figure, l'impénétrabilité & la diviſibilité le ſont auſſi: donc, continuent ces Philoſophes, on doit conclure que l'étendue eſt l'eſſence du Corps, puiſque toutes ſes autres proprietés dépendent de l'étendue.

Deſcartes & le Pere Malebranche faiſoient conſiſter l'eſſence du Corps dans l'étendue.

§. 138.

Et ils ôtoient toute activité aux créatures.

§. 138. Cette définition de l'eſſence du Corps les conduiſoit néceſſairement à ôter toute force, & toute activité aux créatures ; car quelques réfléxions que l'on faſſe ſur l'étendue, qu'on la limite comme on voudra, qu'on arrange ſes parties de toutes les manieres poſſibles, on ne voit point comment il en peut naître une force & un principe interne d'action : car la Matiere étant, ſelon cette définition, une ſubſtance ſeulement paſſive, elle ne peut jamais devenir active par toutes les modifications poſſibles. Cependant comme l'experience prouve que les Corps agiſſent & ſont doüés d'une activité, les Carteſiens ont eu recours, pour expliquer cette force active, à la volonté de Dieu. Ainſi, ſelon eux, ce ne ſont point les créatures qui agiſſent, c'eſt Dieu lui-même qui meut immédiatement un Corps à l'occaſion d'un autre ; & cela ſuivant une certaine loi qu'il s'eſt preſcrite au commencement, & qu'il ne viole jamais que lorſqu'il fait des miracles ; car on appelle *miracle* un effet qui n'eſt point explicable par les loix du mouvement & par l'eſſence des Corps. Ainſi, les cauſes ſecondes paroiſſent bien avoir quelque éfficace dans ce ſiſtême, mais elles n'en ont réellement point. Dieu fait tout par ſon concours immédiat, les créatures ſont les occaſions, mais jamais les cauſes ; elles peuvent recevoir, mais elles ne peuvent jamais ni agir, ni produire.

§. 139.

§. 139. Tout cet enchaînement de conſéquences & de démonſtrations des Cartéſiens tombe bientôt par le principe de la raiſon ſuffiſante ; car ſi l'eſſence du Corps conſiſte dans la ſimple étendue, & qu'il n'y ait point de différences internes dans les parties de la Matiere qui les diſtinguent réellement, la Matiere eſt ſimilaire, & une de ſes parties ne differe de l'autre que par la poſition, comme les Carteſiens l'avouent eux-mêmes. Or nous avons vû (§. 12.) que le principe de la raiſon ſuffiſante ne ſouffre point dans l'Univers de Matiere ſimilaire, & qui ne ſoit pas diſtinguée par des qualités internes. Ainſi l'eſſence du Corps ne peut conſiſter dans la ſimple étenduë, puiſqu'il eſt néceſſaire, pour ſatisfaire au principe de la raiſon ſuffiſante, d'accorder une différence originaire dans les parties de la Matiere, qui lui ſoit auſſi eſſentielle que l'étendue-même.

Mais cette opinion ſe trouve fauſſe, lorſqu'on admet le principe d'une raiſon ſuffiſante.

Il faut donc qu'il y ait quelque choſe dans la Matiere d'où cette différence interne tire ſon origine ; mais elle n'en peut point avoir d'autre que la force interne ou tendante au mouvement qui eſt dans toute la Matiere, & qui ſe diverſifiant à l'infini, met une différence réelle entre toutes les parties de la Matiere, enſorte qu'il eſt impoſſible de mettre l'une à la place de l'autre, parce qu'il n'y en a pas deux qui ayent la même force & le même mouvement, & par conſequent la même forme ; car toute forme ſuppoſe du mouvement, & par conſéquent de la force.

il faut ajouter à l'étenduë la force active & paſſive, pour avoir une idée juſte de l'eſſence du Corps.

La

La force eſt donc auſſi néceſſaire à l'eſſence du Corps que l'étendue ; car on ne ſçauroit admettre aucune portion de Matiere ſans mouvement, puiſqu'une portion de Matiere quelconque, quelque petite qu'elle ſût, ſeroit compoſée de parties ſimilaires, ſi toutes ſes parties étoient dans un parfait repos. Mais c'eſt ce qui ne peut être par le principe de la raiſon ſuffiſante, (§. 12.)

§. 140. La premiere choſe que nous comprenons des Corps, c'eſt que ce ſont des Etres compoſés de pluſieurs parties. Ainſi, les propriétés d'un Etre compoſé leur doivent convenir; or il ne peut arriver de changemens dans le compoſé qu'à l'égard de ſa figure, de ſa grandeur, de la ſituation de ſes parties & du lieu du tout : & par conſéquent tous les changemens des Corps ſe doivent réduire à ceux-là. Mais comme aucun de ces changemens ne ſe peut faire ſans le mouvement, tout changement doit être cauſé par le mouvement de la Matiere, ou de ce qui eſt étendu. Ainſi, tous les Corps, toutes les portions de Matiere ſont des Machines ; car nous appellons *Machine* un compoſé dontles changemens ſe font en vertu de ſa compoſition & par le moyen du mouvement.

il n'y a point de Matiere ſans force,

§. 141. L'étenduë qui réſulte de la compoſition n'eſt donc pas la ſeule proprieté qui convient au Corps, il y faut ajouter encore le pouvoir

voir d'agir : ainſi la force qui eſt le principe de l'action ſe trouve répandue dans toute la Matiere, & il ne ſçauroit y avoir de Matiere ſans force motrice, ni de force motrice ſans Matiere, comme quelques Anciens l'avoient fort bien reconnu.

ni de force ſans Matiere.

§. 142. La raiſon nous montre & l'experience nous confirme une autre proprieté des Corps, c'eſt celle de réſiſter, ou la force paſſive ; car en raiſonnant d'après la force active qui eſt dans les Corps, on ne voit pas ſur quoi elle agiroit, ſi les Corps n'étoient pas réſiſtans, puiſqu'il n'y auroit point alors de raiſon ſuffiſante de leur action.

D'un autre côté, nous éprouvons tous les jours que lorſque nous voulons mettre en mouvement un Corps qui nous paroît en repos, nous ne pouvons y parvenir ſans un effort qui ſurmonte la réſiſtence de ce Corps lourd & pareſſeux, qui ne ſe met en mouvement que par une action continuée. Ce Corps a donc une force par laquelle il réſiſte au mouvement qu'on veut lui imprimer.

La force paſſive étoit néceſſaire pour que le mouvement s'exécutât avec raiſon ſuffiſante.

Cette force réſiſtante a été exprimée par Képler d'une maniere fort ſignificative par les mots de *vis inertiæ*, force d'*inertie*. Sans cette force, aucune des loix du mouvement ne pourroit ſubſiſter, & tous les mouvemens ſe feroient ſans raiſon ſuffiſante : car dès qu'on admettroit que la Matiere fût ſans réſiſtance, ou force d'inertie,

tie, il n'y auroit plus de proportion entre la cauſe & l'effet ; & l'on ne pourroit point juger de ce qu'un Corps a une telle quantité de mouvement & une telle maſſe, qu'il a fallu une telle force pour le lui communiquer. Car le plus grand Corps & le plus petit pourroient être mûs par la même force avec la même facilité & la même vîteſſe, s'ils étoient l'un & l'autre ſans inertie : la moindre force ſuffiroit pour donner le plus grand mouvement à cette étendue légere, & pour ainſi dire, vuide, & pour l'arrêter, quand elle eſt dans le plus grand mouvement, il ne faudroit qu'un effort infiniment petit.

Il n'y auroit aucune vérité déterminée dans les changemens qui arrivent dans les Corps, ſi la Matiere étoit ſans inertie, puiſque ces changemens pourroient être indifféremment tels qu'ils ſont, ou tous autres, ſans qu'on en pût donner aucune raiſon, ce qui eſt entierement contraire au principe de la raiſon ſuffiſante, ſelon lequel les effets doivent être proportionnés aux cauſes. Mais cette proportion entre la cauſe & l'effet ſe trouve toujours dans l'action des Corps les uns ſur les autres, dès qu'on admet de la réſiſtance dans l'étendue : car alors une double étendue oppoſant une double réſiſtance, il faut une double force pour lui imprimer le même mouvement ; & l'on peut dire en général que les forces ſont comme les maſſes, quand les vîteſſes ſont égales.

Ainſi,

Ainſi, ſi l'on veut que le mouvement ſe faſſe avec raiſon ſuffiſante, c'eſt-à-dire, qu'il ſoit poſſible, il faut admettre dans les Corps cette force réſiſtante, ou force paſſive, ſans quoi on ne pourroit jamais déterminer quelle force ſeroit néceſſaire pour faire un effet donné.

§. 143. L'étenduë combinée avec la force d'inertie eſt ce qu'on appelle *Matiere*: car ordinairement on conſidere la Matiere comme une maſſe lourde & ſans action; & l'on appelle l'étenduë Matiere, en tant qu'on la regarde comme quelque choſe de paſſif.

L'étendue jointe à la force d'inertie, eſt ce qu'on appelle Matiere.

§ 144. Mais l'idée de la Matiere conçue de cette façon n'eſt encore qu'incomplette; car aucun des changemens dont la Matiere eſt ſuſceptible, ne pourroit arriver ou devenir actuel par l'étendue & la force d'inertie. Il faut donc y joindre la force motrice, laquelle contient la raiſon ſuffiſante de l'actualité des changemens dans les Corps; & l'on a vû que cette force motrice eſt inſéparable de la Matiere, parce que le principe de la raiſon ſuffiſante n'admet point de Matiere ſimilaire dans l'Univers.

Mais c'eſt improprement, car il faut ajouter la force motrice, qui eſt la raiſon ſuffiſante, l'actualité du mouvement.

§ 145. Tous les changemens qui arrivent dans les Corps peuvent s'expliquer par ces trois principes, *l'étendue*, *la force réſiſtante*, & *la force active*; car en tant qu'étendu, le Corps a une grandeur, une figure, & une ſituation: ainſi,

Tout ce qui arrive dans les Corps peut ſe déduire de l'étendue, & de la force active & paſſive.

l'on peut comprendre par la proprieté d'étendue quels changemens ſont poſſibles dans les Corps, puiſqu'on peut comprendre par là quels changemens & quelles limites ils peuvent recevoir dans leur figure & leur ſituation. Or tous ces changemens peuvent devenir actuels par la force motrice qui eſt le principe du mouvement; la force motrice peut donc faire comprendre comment les changemens, qui étoient poſſibles dans le Corps en vertu de ſon étendue, deviennent actuels. Mais aucun de ces changemens n'étant plus néceſſaire qu'un autre, puiſque le Corps par ſon étendue & ſa force eſt également ſuſceptible de les ſubir tous, il faut une raiſon pourquoi tels changemens arrivent, tandis que d'autres qui étoient auſſi poſſibles par l'étendue & par la force motrice, n'arrivent point; & cette raiſon ſe trouve dans la force d'inertie ou force réſiſtante. Ainſi, l'on peut comprendre par l'étendue, la force motrice & la force d'inertie, pourquoi de certains changemens ſont poſſibles dans les Corps, comment ils deviennent actuels, & pourquoi les uns ont lieu plutôt que d'autres, & dans un tems plutôt que dans un autre; & l'on peut dire par conſéquent que ces trois principes ſuffiſent, & que c'eſt en eux que conſiſte la nature du Corps.

Et c'eſt dans ces trois principes que conſiſte leur eſſence.

§. 146. On voit par là que les Philoſophes qui veulent que l'on n'admette en Philoſophie que

que des principes méchaniques, & qui prétendent que tous les effets naturels doivent être explicables méchaniquement, ont raison ; car la possibilité d'un effet se doit prouver par la figure, la grandeur, & la situation du composé, & son actualité, par le mouvement. Et quiconque raisonne ainsi, procede dans ses raisonnemens, comme la nature des choses l'exige.

§. 147. Ces trois principes, sçavoir, *l'étendue*, *la force passive*, & *la force motrice*, ne dépendent point l'un de l'autre ; car ce sont les essentielles du Corps, & on a vû que les essentielles ne se déterminent point mutuellement, mais qu'elles peuvent seulement subsister ensemble sans se détruire. Ainsi, la force active & la force passive ne découlent point de l'étendue, & ces deux forces ne sont point une suite l'une de l'autre, ni l'origine de la proprieté qu'on nomme étendue.

Ces trois principes ne dépendent point l'un de l'autre.

Il est aisé de voir que la force active ne résulte ni de l'étendue, ni de la force d'inertie ; car ni la figure, ni la grandeur, ni la combinaison des parties ne sçauroient produire une tendance au mouvement, une force, ou un certain degré de vîtesse, comme les Cartésiens l'avoient très-bien compris. La force d'inertie ne peut être non plus la cause de la force active à laquelle elle résiste : ainsi, l'on est obligé d'admettre la force active dans les Corps comme un principe fort différent de l'étendue & de la ré-

sistance, & qui n'en découle nullement : or comme on peut dire la même chose de la force d'inertie & de l'étendue, les trois propriétés ne dépendent point l'une de l'autre.

§. 148. La force active ne dépendant ni de l'étendue ni de l'inertie de la matiére, on doit se la représenter comme un Etre à part qui dure & qui subsiste par lui-même, & qui donne l'Etre & la perfection à la matiére, qui sans elle seroit un cahos & une masse similaire, qui ne pourroit éxister.

Pourquoi la force active doit nous paroître une substance.

La force active doit paroître une substance, parce qu'elle a des Modes, la vîtesse, par exemple, en est un; car la force active consiste dans une tendance continuelle de changer de lieu, & c'est par cette tendance que le mobile devient capable de parcourir un certain Espace en un certain tems. Or cette capacité d'employer un certain tems à parcourir un certain Espace, c'est ce qu'on appelle vîtesse; la vîtesse, est donc attachée à la force active, comme à son sujet : mais cette vîtesse peut changer; or, il n'y a que les Modes qui puissent changer dans un sujet; donc la vîtesse est un Mode de la force active, & la modification de la force consiste dans la variation de la vîtesse.

On appelle l'état interne d'un Etre, les déterminations de ses changemens internes, c'est-à-dire, des changemens qui peuvent arriver dans lui-même, comme, par exemple, l'état

l'état interne de ma Montre dépend de la disposition des roues les unes à l'égard des autres ; mais son état externe est déterminé par les relations qu'elle obtient avec d'autres Etres, comme d'être posée sur la table, sur la cheminée, &c. Ainsi, la force motrice étant susceptible de toutes sortes de degrés de vîtesse, son état interne est déterminé par la vîtesse, & cet état est plûtôt tel dans un tems quelconque que tout autrement, parce qu'une vîtesse donnée le détermine. D'où il suit que la vîtesse est une limitation de la force motrice. On peut dire de même que l'état externe de la force motrice dépend de la direction de la vîtesse ; car la direction n'ajoute rien de nouveau à la vîtesse & à la force, elle ne produit d'autre effet que de faire obtenir au mobile des relations différentes aux Corps coéxistans : donc l'état externe de la force motrice dépend de la détermination de la direction.

La vîtesse & la direction sont des Modes de la force motrice.

§. 149. On regarde ordinairement la force motrice comme resultant de la matiére modifiée par la vîtesse, mais cette notion de la force motrice est absolument fausse ; car la possibilité des Modes dans un sujet doit venir ou des objets antérieurs, ou des Modes antécedens de ce sujet (§. 44.) Or, si la vîtesse étoit un Mode de la matiére, & qu'elle résultât des Corps extérieurs, il faudroit en trouver la raison dans ces Corps extérieurs, qui sont eux-même de la

La vîtesse ne peut être un Mode de la matiére.

matiére : ainſi, la même queſtion reviendroit. Cette raiſon ne peut être non plus dans les Modes antécedens de l'étenduë ; car l'étenduë par elle-même, jointe à la force d'inertie, & ſans la force motrice, n'a point de Modes actuels, elle en a ſeulement de poſſibles que la force rend actuels. Donc ſi on admettoit que la vîteſſe fût un Mode de la matiére, ce ſeroit reconnoître dans un ſujet des Modes auſquels il eſt inhabile, & qu'il ne ſauroit recevoir.

De plus, tous les Modes ſont les limites de leur ſujet ; (§. 43.) or la vîteſſe ne peut point être la limite de la matiére, parce qu'en limitant l'étenduë & la force d'inertie, il n'en peut reſulter que de la figure & du repos : la vîteſſe ne peut donc être un Mode de la matiére.

D'ailleurs, dans la notion de la matiére & de l'inertie, qui ne renferme que pluſieurs choſes éxiſtantes l'une hors de l'autre, unies en un & capables de reſiſter, on ne trouve point la raiſon ſuffiſante de l'actualité de la vîteſſe ; il faut donc la chercher ailleurs, & on l'a trouvera dans la force : la force motrice doit donc être conçûe comme une ſubſtance, puiſqu'elle peut recevoir des modifications par la vîteſſe, & qu'elle dure ; car nous ne pouvons douter que la force motrice ne dure, & il eſt aiſé même de prouver que la quantité en demeure toujours la même dans l'Univers. Car puiſque la matiére ne périt point, & qu'elle ne ſauroit être ſans force,

il

il eſt néceſſaire que la quantité de la force demeure la même ; puiſque la quantité de matiére à laquelle elle eſt inſéparablement attachée, ne diminuë point, la force motrice doit donc nous paroître un ſujet durable & modifiable, c'eſt-à-dire, une ſubſtance différente de la matiére, & qui reçoit des limites par la vîteſſe comme l'étendue en reçoit par la figure.

§. 150. L'Etendue eſt une des propriétés eſſentielles de la matiére. Il eſt certain que la matiére dure, puiſque l'expérience nous montre que l'étendue ſubſiſte dans la diſſolution des compoſés ; l'eſprit doit donc concevoir la matiére comme un ſujet durable : mais comme la matiére peut avec la même étendue recevoir diverſes figures, on doit auſſi la concevoir comme un ſujet modifiable. Or, puiſque tout ſujet qui dure & qui peut recevoir des Modes, eſt une ſubſtance, on doit concevoir la matiére, c'eſt-à-dire, l'étendue jointe à la force d'inertie, comme une ſubſtance, quoiqu'elle tire ſa ſubſtantialité des Etres ſimples, comme vous l'avez vû. (§. 134.)

Il n'y a de véritable ſubſtances que les Etres ſimples.

§. 151. Il paroît d'abord bien étrange de compoſer les Corps de deux ſubſtances comme l'étendue & la force active, & d'admettre une eſpece d'action d'une ſubſtance immatérielle, telle que la force active, ſur la matiére ; mais comme d'un côté les Phénomenes mon-

trent la substantialité de la force active, de même que celle de la matiére, & que de l'autre, il y a des difficultés insurmontables, qui s'y opposent, on en doit conclure que ni la matiére, ni la force active ne sont de véritables substances, mais qu'il faut remonter plus haut, & chercher leur source dans quelque chose d'antérieur, d'où l'on puisse montrer pourquoi la force active & la matiére doivent paroître des substances & des substances différentes, & cette recherche nous conduira aux Elemens qui sont la force commune de l'une & de l'autre.

L'Etenduë ni la force ne sont point de véritables substances.

§. 152. La matiére & la force active, qui nous paroissent des substances, n'en sont pas réellement; de même que l'on a vû (§. 134.), que l'étenduë n'est pas une substance, mais un aggregat, un composé de substances: il en est de même de la force active, & de la force passive; ce ne sont que des Phénomenes qui resultent de la confusion, qui régne dans nos organes, & dans nos perceptions.

Ce sont des Phénomenes qui résultent de la confusion des réalités.

§. 153. Les couleurs & toutes les qualités sensibles peuvent éclaircir ce que j'entens par cette confusion, d'où naissent les Phénomenes que nos sens apperçoivent; ce dégré de confusion & d'imperfection de nos organes nous est nécessaire, pour voir les objets tels que nous les appercevons; un Etre plus parfait que nous, auroit de toutes autres idées, & verroit les choses

tout

tout autrement que nous ; & pour qu'il pût voir les mêmes objets que nous, & recevoir les mêmes impreſſions, il faudroit qu'il ſe dépoüillât de la faculté d'appercevoir diſtinctement ; car la diſtinction des parties, & les Phénomenes qui réſultent de leur confuſion, & qui naiſſent de l'enſemble ſont incompatibles : voilà pourquoi une ſtatue qui eſt faite pour être placée ſur une grande élevation nous paroît hideuſe & groſſiére, quand nous la voyons de près, & hors du point de vûe, pour lequel elle eſt deſtinée, parce que l'on ſe fait alors une idée diſtincte de tous les traits, deſquels le tout qui fait le viſage, doit reſulter ; & cela, parce que ces traits ſont trop grands, pour qu'on les puiſſe confondre, paſſé une certaine diſtance, au point où il faut qu'ils le ſoient pour faire une image agréable.

C'eſt par la même raiſon que les Chœurs de l'Opera ne font point le même plaiſir à ceux qui ſont dans les couliſſes, qu'à ceux qui ſont dans les Loges ; car lorſqu'on eſt très-près des Voix qui font les Chœurs, on les diſtingue chacune en particulier, & l'on en perd l'enſemble qui en fait la beauté.

Exemple de cette confuſion pris des couleurs.

La façon dont les Peintres font leurs couleurs & ſurtout celle dont le blanc eſt compoſé, nous fournit encore un exemple palpable de cette vérité : car du bleu & du jaune mêlés enſemble nous donnent du vert, mais ce Phénomene qui n'étoit qu'une apparence, diſparoît,

quand nous nous ſervons d'un Microſcope, qui nous fait voir diſtinctement ce que nous voyons confuſement : car le Phénomene du vert n'éxiſtoit que par cette confuſion, & il n'avoit de réel que des particules bleues & jaunes miſes auprès les unes des autres : de même la couleur blanche n'eſt qu'un Phénomene qui naît de la confuſion, qui ſe fait ſur notre retine, de toutes les couleurs primitives ; le priſme fait diſparoître ce Phénomene. Ainſi, un Etre dont les yeux ſeroient des priſmes naturels, n'auroit pas plus d'idée du blanc qu'un ſourd n'a l'idée du ſon. On voit qu'à meſure que notre vûe ſeroit plus diſtincte, les Phénomenes que nous prenons pour des réalités, diſparoîtroient ; & on ſent aiſément que cette diſtinction aſcendante, & cette confuſion decroiſſante pourroient avoir des dégrés preſqu'infinis, ſi nos organes en étoient ſuſceptibles, & que tous les Phénomenes qui tombent ſous nos ſens, & que nous prenons pour des réalités, faute de diſtinguer ce qui les produit, diſparoîtroient l'un après l'autre ; & dans le ſiſtême de M. de Leibnits cette gradation nous meneroit juſques aux Etres ſimples ou aux Monades, qui ſont ſelon lui, l'origine de tout ce que nous voyons, & les ſeules ſubſtances réelles qui éxiſtent.

§. 154. Il eſt donc certain qu'il n'y a rien dans la Nature, comme les couleurs & les objets qui reſultent de leurs aſſemblages, ni comme les ſaveurs

saveurs, les sons, & toutes les qualités sensibles, & que toutes les choses n'éxistent qu'autant qu'il éxiste des Etres, qui, en confondant les réalités qu'ils ne sauroient discerner, font naître chez eux ces images, qui ne sont que des Phénomenes; car on entend par Phénomene, *des images ou apparences, qui naissent par la confusion de plusieurs réalités*: & il importe infiniment de distinguer l'image, qui naît en nous de la confusion d'une infinité de choses que nous ne distinguons point, de la réalité de ces choses; car cela est souvent fort différent, & c'est en se rendant attentif à cette distinction, que l'on peut pénétrer jusqu'à l'origine des Phénomenes.

§. 155. C'est par ce moyen que nous pouvons parvenir à découvrir, comment les Phénomenes de l'étenduë, de la force motrice & de la force d'inertie, resultent de la confusion des Etres simples. On a vû déja comment le Phénomene de l'étenduë en resulte: la force active, & la force passive sont dans le même cas; car chaque Etre simple étant continuellement en action, & cette action ayant une relation, une harmonie avec les actions de tous les Etres simples, toutes ces actions qui conspirent ensemble, doivent paroître aux sens une seule & unique action. Ainsi, il est impossible que nous puissions nous représenter distinctement la force motrice: on la concevroit distinctement, si on pouvoir

Comment les Phénomenes de l'étenduë, de la force active & de la force passive peuvent résulter de la confusion des Etres simples.

pouvoit se représenter de quelle façon la force réside dans un Etre simple, pour engendrer enfin, dans le composé que tous ces Etres forment par leur aggregat, cette force motrice, dont les effets tombent sous nos sens : or comme nous ne pouvons point distinguer ces choses les unes des autres, nous appercevons dans la force une infinité de choses à la fois, que nous ne distinguons point, & que par cette raison nous confondons en une seule, & nous ne nous représentons que ce qui résulte de cette confusion, qui est une image infiniment différente des réalités qui y entrent. Ainsi, on voit que la force motrice, telle que nous nous la figurons & qu'elle tombe sous nos sens, n'est qu'un Phénomene, qui ne naît dans nous, que parce que nous voyons de très-loin les réalités qui la constituent, c'est une apparence comme l'étendue.

§. 156. La force passive ou la force d'inertie est aussi un Phénomene, parce que nous ne voyons point distinctement le principe passif qui se trouve dans chaque Element, ni la façon dont par la multiplication & la confusion de toutes leurs résistances relatives & conspirantes, la force d'inertie peut resulter dans les composés.

Les trois propriétés qui font l'essence du Corps, sont donc des Phénomenes, mais on peut dire que ce sont des *Phénomenes substantiés*, comme les appelle M. *Wolf*, c'est-à-dire,

des

des Phénomenes qui nous paroiſſent des ſubſtances, mais qui n'en ſont cependant pas ; car il n'y a de véritables ſubſtances que les Etres ſimples ; or comme on a vû dans le Chapitre précedent que les Elemens doivent contenir l'origine de tout ce qui ſe trouve dans les Corps qui en ſont compoſés, puiſqu'il ſe trouve de l'action & de la réſiſtance dans les Corps, on en doit conclure que les Etres ſimples ont un principe actif, par lequel on peut comprendre pourquoi les compoſés agiſſent, & un principe paſſif, d'où les paſſions ou la faculté de patir des compoſés, reſulte.

§. 157. L'étendue & la force paroiſſent donc des ſubſtances très-différentes, quoiqu'elles reconnoiſſent une même origine, qui eſt les Etres ſimples ; car l'étendue de la matiére provient de l'agregat des Etres ſimples, & la force motrice & reſiſtante ſe manifeſte, en tant que ces Elemens agrégés poſſedent en eux un principe actif & reſiſtant. Or comme nous pouvons fort bien par abſtraction mentale concevoir l'agregat, ſans faire attention à ce qui eſt dans chaque agrégé, de même nous pouvons concevoir ce qui eſt dans chaque Element, ſans faire attention à leur agrégation. Ainſi, les deux idées de l'étendue & de la force, doivent nous paroître très-différentes, & indépendantes l'une de l'autre, quoique l'une & l'autre n'ayent de ſubſtantiel que ce qu'elles tirent des Elemens ; car

cette

cette ſubſtantialité entre dans l'une & dans l'autre de ces notions d'une maniére très-différente.

De la force primitive, & de la force dérivative.

§. 158. Il y a deux ſortes de force motrice ; M. *de Leibnits* appelle la force qui ſe trouve dans tous les Corps, & dont la raiſon eſt dans les Elemens, *force primitive*, & celle qui tombe ſous nos ſens, & qui naît dans le choq des Corps, du conflict de toutes les forces primitives des Elemens, *force derivative* ; cette derniére force découle de la premiere, & n'eſt qu'un Phénomene, comme je vous l'ai expliqué plus haut (§. 155.).

§. 159. La force primitive étant le réſultat des déterminations internes des Elemens, on ne peut l'expliquer diſtinctement, ſans connoître les déterminations ; mais comme on n'eſt pas encore allé aſſez loin dans cette matiére, pour connoître ces déterminations internes des Elemens, nous devons nous contenter pour le préſent de ſçavoir que cette force éxiſte ; or c'eſt cette force primitive, que l'on regarde comme un ſujet durable & modifiable (§. 152.), en faiſant abſtraction des modifications actuelles, qu'elle reçoit par la vîteſſe & la direction.

§. 160. La force primitive étant indifférente à toutes ſortes de vîteſſes & de directions, on ne peut s'en ſervir pour rendre raiſon, pourquoi dans

dans un cas donné, un corps a une vîteſſe quelconque, & pourquoi il ſe meut dans une certaine direction, puiſqu'il pourroit ſe mouvoir en toute autre direction, & avec une toute autre vîteſſe. Ainſi, pour rendre raiſon des Phénomenes particuliers, on ne peut ſe ſervir de la force primitive; car il ne faut jamais alléguer des raiſons éloignées, lorſque l'on en demande d'immédiates & de prochaines, puiſque ce ſeroit retourner aux formes ſubſtantielles de l'Ecole: mais par les raiſons générales, on ne peut expliquer que les Phénomenes en général, & il faut en venir à des raiſons immédiates, lorſqu'il s'agit des Phénomenes particuliers. C'eſt donc par la force dérivative qui naît du choq des Corps, qu'on peut rendre raiſon des Phénomenes qui naiſſent du mouvement, par l'action des Corps les uns ſur les autres, & par laquelle la force primitive eſt modifiée, & limitée, lorſqu'elle reçoit une certaine vîteſſe & une certaine direction: or comme le Corps ne peut point ſe donner par lui-même cette vîteſſe & cette direction, il faut qu'il la reçoive par le choq des Corps environnans, & par-là la force dérivative devient explicable diſtinctement, parce que l'on peut expliquer par les loix du mouvement pourquoi un Corps ayant été choqué, il ſe meut avec une vîteſſe plûtôt qu'avec toute autre, c'eſt-à-dire, pourquoi la force primitive a été modifiée de cette maniére dans un cas donné.

C'eſt par la force dérivative qu'on peut rendre raiſon de ce qui arrive dans le choq des Corps.

§. 161.

Ce qu'on doit entendre par *Nature*.

§. 161. Les Philosophes ont eu de grandes disputes sur ce qu'on appelle *Nature*. Plusieurs ont voulu bannir ce mot de la Philosophie, parce que, disoient-ils, on en fait une idole que l'on met à côté de Dieu pour expliquer les Phénomenes; mais comme on a vû que les Corps ont une puissance d'agir & de pâtir, & qu'ils ont aussi une force active & passive, puisqu'ils agissent, & qu'ils pâtissent en effet, on peut appeller, avec les Anciens, cette puissance d'agir & de pâtir jointe à la force active & passive, *Nature*, & l'on ne doit point se revolter contre ce mot ni contre l'usage que l'on en fait, lorsque l'on dit que *par la Nature des Corps*, tous les changemens qui leur arrivent, deviennent explicables : car par la puissance active, on voit pourquoi une action peut arriver, & par la force, pourquoi elle devient actuelle, & tous les changemens des Corps doivent être explicables par ces deux principes.

Fausse idée de quelques Philosophes sur la *Nature*.

Quand on parle de la Nature en général, on entend un principe interne des changemens qui arrivent dans le monde : ainsi, ce n'est point un petit Dieu distinct du monde, qui a soin de gouverner cette machine, ce n'est que la force motrice jointe aux autres propriétés, qui composent avec elle l'essence des Corps; cette force motrice est le seul principe de mouvement dans l'Univers, & c'est par elle que l'on peut comprendre pourquoi les changemens possibles deviennent actuels. Ainsi, c'étoit un véritable fantôme

tôme que cette *Nature*, que M. *Boyle* a voulu détruire dans son Livre *sur la Nature*, lorsqu'il rejette ce qu'on appelle *Nature*, parce qu'il lui paroît absurde de composer le monde de deux substances qui se pénetrent, la matiére, & la nature. Ainsi, quand on dit qu'un effet est naturel, lorsqu'il peut s'expliquer par l'essence de l'Etre & par sa nature, cela veut dire par sa construction, & par son mouvement.

Comment on doit rendre raison des Phénomenes.

§. 162. Nous ne pouvons guerre nous flatter de découvrir autre chose par nos recherches que des qualités Physiques, des figures, des mouvemens, &c. par où nous pouvons atteindre à la raison la plus proche de quelques effets; car il faut tâcher, autant qu'il est possible, d'expliquer les Phénomenes méchaniquement, c'est-à-dire, par la matiére, & le mouvement; & quand la possibilité de cette explication surpasse nos forces, nous devons avouer notre ignorance, & nous bien souvenir que la volonté du Créateur étant la source de l'actualité, mais non de la possibilité des choses, nous n'avançons pas plus en recourant à cette volonté pour expliquer les Phénomenes, que, si en voulant rendre raison du mouvement regulier de l'éguille d'une Montre, nous disions que c'est parce que l'Ouvrier l'a voulu ainsi; car outre la volonté de l'Ouvrier, qui l'a porté à arranger ensemble d'une certaine maniére des pignons & des roues, il falloit encore que cette combinaison pût produire

duire une Montre, c'eſt-à-dire, qu'une Montre fût poſſible : ainſi, dans ce grand automate de l'Univers, l'état préſent eſt né du paſſé, & fera naître le ſuivant ; & tous les changemens méchaniques découlent de l'arrangement des parties, & des régles du mouvement, & ce qui ne découle pas de ces principes, n'éxiſte point.

§. 163. Quand on dit qu'il faut tâcher de rendre raiſon de tous les effets naturels par la matiére & le mouvement, cela ne veut pas dire que l'on ſoit obligé de trouver cette raiſon pour tous les Phénomenes, ni de remonter juſqu'à la raiſon premiere des choſes ; la foible portée de notre eſprit & l'état préſent des Sciences ne le permettent pas : mais on peut s'arrêter à des qualités Phyſiques, & ſe ſervir d'un Phénomene ou de pluſieurs, dont on ne connoît point encore les raiſons méchaniques, (quoiqu'ils en ayent) pour rendre raiſon d'un autre Phénomene, qui en dépend. Ainſi, on ſe ſert de l'élaſtilité de l'air, de la fluidité de l'eau, de la chaleur du feu, qui ſont des qualités Phyſiques, dont on n'a pas encore trouvé l'explication méchanique (quoiqu'il y en ait une) pour rendre raiſon d'autres propriétés, qui ſe rencontrent dans la nature, & qui naiſſent du mélange de quelques-unes de celles-là, comme l'aſcenſion de l'eau dans une pompe, que l'on explique par l'élaſtilité de l'air ſans être obligé

obligé de faire voir la raiſon de cette élaſticité ; car c'eſt une nouvelle queſtion, & quand même cette nouvelle queſtion ne pourroit être réſolue, cela n'empêcheroit qu'on ne pût expliquer l'aſcenſion de l'eau par cette élaſticité : de même, quand on rend raiſon des effets d'une Montre, on employe les principes méchaniques, quand il n'eſt queſtion que de l'arrangement & de la configuration des parties ; mais quand on paſſe plus avant, à l'élaſticité du reſſort, & à la matiére qui compoſe ces parties, en tant que fuſible, malleable, &c. on arrive à des qualités Phyſiques, qui dépendent à leur tour d'autres principes méchaniques, que l'on n'apperçoit pas à la vérité toujours, & que l'on ſuppoſe comme donnés dans l'explication dont il s'agit : & quand même on connoîtroit ces principes, on ne devroit pas les expliquer alors, parce que leur explication entraîneroit dans d'autres queſtions, qui ne ſont pas celle qu'on traite.

§. 164. C'eſt ainſi qu'on peut, & qu'on doit ſe ſervir de l'attraction comme d'une qualité Phyſique, dont la cauſe méchanique eſt inconnue, pour rendre raiſon d'autres Phénomenes qui en réſultent. Ainſi, on peut aſſûrer, par exemple, que le Soleil attire les Planetes & d'autres matiéres qui les environnent, puiſque les Phénomenes le démontrent, pourvû qu'on ne faſſe pas de cette attraction une propriété in-

Précaution néceſſaire pour admettre l'attraction Newtoniene.

hérente de la matiére, & qu'on ne détourne pas les Philoſophes d'en chercher la cauſe méchanique ; car ceux qui ne veulent point admettre dans la Philoſophie des miracles perpetuels, doivent rendre raiſon des effets, par l'eſſence des choſes & par le mouvement, & tout ce qui n'eſt point explicable par ces principes, n'eſt point du reſſort de la Philoſophie, qui ne doit s'occuper que des effets naturels, qu'on doit concevoir diſtinctement, & expliquer intelligiblement.

CHAPITRE

CHAPITRE IX.

De la diviſibilité & ſubtilité de la Matiére.

§. *165.*

L'EXTENSION peut-être conçûe en longueur, largeur, & profondeur; ainſi, la Ligne A B. eſt étendue en longueur, la ſurface A B D E. eſt étendue en longueur & en largeur, & le cube A B C D E F G H. eſt étendu en longueur, largeur, & profondeur: ce ſont là les trois dimenſions de l'étendue. Planche 2. *Fig.* 6. & 9.

§. *166.* Tout Corps a ces trois dimenſions,

à parler avec exactitude, il n'y a que des solides dans la Nature ; mais notre esprit ayant le pouvoir de faire des abstractions, nous pouvons considérer la longueur sans songer à la largeur, ni à la profondeur ; nous pouvons considérer de même la longueur & la largeur seulement, sans songer à la profondeur, & c'est sur ces abstractions de notre esprit que la Géometrie est fondée : les superficies, les lignes & les points ne sont donc point matiére ; mais on les conçoit dans la matiére par abstraction.

Fig. 6. Comment nous pouvons nous former l'idée de la longueur, de la largeur, & de la profondeur.

§. 167. Cependant, on peut imaginer, pour aider l'imagination, & pour se former une idée distincte des trois dimensions de l'étendue, deux points A & B. distans l'un de l'autre, & supposer que le point A. allant trouver le point B. laisse, dans chaque partie de l'intervalle qui les sépare, une production de lui-même, il formera la ligne A B. que l'on suppose étendue en longueur seulement.

Fig. 7. On peut supposer ensuite que la ligne A B. coulant le long de la ligne A D. laisse une production d'elle-même, dans tout le chemin, qu'elle parcourt pour arriver du point A. au point D. il s'en formera la surface A B D E. que l'on suppose étendue en longueur & en largeur.

Fig. 10. & 9. Enfin, si la surface A B C D E. coule le long de la surface C D E F. il s'en formera le Cube A B C D E F G H. lequel a les trois dimensions de

de la Nature, puisqu'il est étendu en longueur, largeur, & profondeur.

§. 168. La plûpart des Philosophes ayant confondu les abstractions de notre esprit avec le Corps Physique, ont voulu démontrer la divisibilité de la Matiére à l'infini, par les raisonnemens des Géometres sur la divisibilité des lignes qu'on pousse jusqu'à l'infini; ce qui a donné lieu à ce labyrinthe fameux de la divisibilité du continu, qui a tant embarrassé les Philosophes: mais ils se seroient épargné toutes les difficultés que cette divisibilité entraîne, s'ils avoient pris soin de ne jamais appliquer les raisonnemens que l'on fait sur la divisibilité du Corps Géometrique, aux Corps naturels & Physiques. De la divisibilité de l'étenduë.

§. 169. Le Corps Géometrique n'est que la simple étendue, il n'a point de parties déterminées, & actuelles, il ne contient que des parties simplement possibles, qu'on peut augmenter tant qu'on veut à l'infini; car la notion de l'étendue ne renferme que des parties coéxistantes & unies, & le nombre de ces parties est absolument indéterminé, & n'entre point dans la notion de l'étendue. Ainsi, on peut, sans nuire à l'étendue, déterminer ce nombre comme on veut, c'est-à-dire, que l'on peut établir qu'une étendue renferme dix mille, ou un million, ou dix millions, ou, &c. de parties, Il faut distinguer avec soin l'étenduë géométrique, & l'étenduë physique.

ſelon que l'on voudra accepter une partie quelconque pour *un* : ainſi, une ligne renfermera deux parties, ſi on prend ſa moitié pour *une*, & elle en aura ou dix, ou mille, ſi on prend ſa dixiéme ou ſa milliéme partie pour l'unité : ainſi, cette unité eſt abſolument indéterminée, & dépend de la volonté de celui qui conſidére cette étendue.

Toute étenduë géométrique eſt diviſible à l'infini.

§. 170. Chaque étendue abſtraite & géometrique peut donc être exprimée par un nombre quelconque, mais il en eſt tout autrement dans la Nature; tout ce qui éxiſte actuellement, doit être déterminé en toute maniére, & il n'eſt point en notre pouvoir de le déterminer autrement. Une Montre, par exemple, a ſes parties, mais ce ne ſont point des parties ſimplement déterminables par l'imagination, ce ſont des parties réelles, actuellement éxiſtantes, & il n'eſt point libre de dire, *cette Montre a dix, cent, ou un million de parties*; car en tant que Montre, elle en a un nombre, qui conſtitue ſon eſſence, & elle n'en peut avoir ni plus ni moins, tant qu'elle reſtera Montre : il en eſt de même de tous les Corps naturels, ce ſont tous des machines qui ont leurs parties déterminées & diſſemblables, qu'il n'eſt point permis d'exprimer par un nombre quelconque.

Mais il n'en eſt pas de même de l'étenduë Phiſique, qui eſt à la fin compoſée d'Etres ſimples.

Origine des Sophiſ-

§. 171. C'eſt en confondant l'étendue Géometrique, & l'étendue Phyſique, & en ſuppoſant

sant que l'étendue Physique est toujours composée à l'infini de parties étendues, que les Anciens avoient formé ces argumens si faux, & si specieux contre la possibilité du mouvement.

mes des Anciens contre le mouvement.

Le plus fameux de tous les Sophismes étoit celui que Zenon avoit appellé l'*Achille*, pour marquer sa force invincible, il supposoit Achille courant après une Tortue, & allant dix fois plus vîte qu'elle, il donnoit une lieue d'avance à la Tortue, & il raisonnoit ainsi : tandis qu'Achille parcourt la lieue que la Tortue a d'avance sur lui, celle-ci parcourra un dixiéme de lieue; pendant qu'il parcourra le dixiéme, la Tortue parcourra la centiéme partie d'une lieue; ainsi, de dixiéme en dixiéme, la Tortue devancera toujours Achille, qui ne l'atteindra jamais.

De l'Achille de Zenon.

Premierement, quand il seroit vrai qu'Achille n'attrapât jamais la Tortue, il ne s'ensuivroit pas pour cela que le mouvement fut impossible; car Achille & la Tortue se meuvent réellement, puisqu'Achille approche toujours de la Tortue, qui est supposée le devancer toujours, quoiqu'infiniment peu.

Mais, secondement, cet ingénieux Sophisme étant fondé sur la divisibilité de l'étendue à l'infini, le principe de la raison suffisante le renverse facilement; car on a vû qu'il est prouvé par ce principe, que l'étendue Physique est à la fin composée d'Etres simples, & que par

conſéquent ſes diviſions, même poſſibles, ont des bornes poſitives & réelles.

On a écrit des Traités entiers pour réſoudre le Sophiſme de Zenon, peut-être ſuffiſoit-il pour le refuter de marcher en ſa préſence comme fit Diogene ; mais outre cette réponſe de fait, on vient de voir qu'il étoit aiſé d'en faire une de droit.

Grégoire de Saint Vincent fut le premier qui en démontra la fauſſeté, & qui aſſigna le point précis, auquel Achille devoit atteindre la Tortue, & ce point ſe trouve par le moyen des progreſſions Géometriques infinies, au bout d'une lieue & d'un neuviéme de lieue : car la ſomme de toute progreſſion Géometrique infinie, eſt finie ; & cela, parce qu'Etre infini, ou s'étendre à l'infini, ſont deux choſes très-différentes. Car un tout fini quelconque, un pied, par exemple, eſt un compoſé de fini, & d'infini : ce pied eſt fini, en tant qu'il ne contient qu'un certain nombre d'Etres ſimples, mais je puis le ſuppoſer diviſé en une infinité, ou plûtôt en une quantité non-finie de parties, en conſidérant ce pied comme une étenduë abſtraite. Ainſi, ſi j'ai pris d'abord dans mon eſprit la moitié de ce pied, & que je prenne enſuite la moitié de ce qui reſte, ou un quart de pied, puis la moitié de ce quart ou un huitiéme de pied, je procederai ainſi mentalement à l'infini, en prenant toujours de nouvelles moitiés decroiſſantes, qui toutes enſemble ne feront jamais

Différence entre la diviſibilité, & l'extenſibilité à l'infini.

jamais que ce pied, lequel devient alors un corps Géometrique, parce que de toutes ſes propriétés je n'ai retenu dans mon eſprit que celle d'étendue, ſur laquelle ma diviſion idéale s'eſt operée. Ainſi, la diviſibilité de l'étendue à l'infini eſt en même tems une vérité Géometrique, & une erreur phiſique : ainſi, tous les raiſonnemens ſur la diviſibilité de la Matiére tirés de la nature des Aſymptotes de l'incommenſurabilité de la diagonale du quarré, des ſuites infinies & d'autres conſidérations Géometriques, ſont abſolument inapplicables aux Corps naturels, de même que les Théoremes de M. Keill, par leſquels il prétend prouver qu'avec un grain de ſable on pourroit remplir l'Univers entier ; car on ne doit admettre dans la Phiſique, que des parties actuelles, dont l'éxiſtence peut être démontrée par l'expérience, ou par des raiſonnemens inconteſtables.

§. 172. On a vû ci-deſſus que les atômes ou parties inſecables de la Matiére ſont inadmiſſibles, quand on les regarde comme des Matiéres ſimples, irréſolubles & primitives, parce qu'on ne peut point donner alors de raiſon ſuffiſante de leur éxiſtence; mais lorſqu'on reconnoît qu'ils tirent leur origine des Etres ſimples, on peut fort bien les admettre : car il eſt très-poſſible, & les expériences rendent très-vraiſemblable qu'il y a dans l'Univers un certain nombre déterminé de parties de Matiére, que

Il eſt vraiſemblable qu'il y a dans l'Univers des parties étenduës, que la Nature ne reſout plus en d'autres.

que la Nature ne réſout jamais dans leur principe, qui reſtent indiviſées dans la conſtitution préſente de cet Univers, & que tous les Corps qui le compoſent, reſultent de la compoſition & de la mixtion de ces particules ſolides; enſorte qu'on peut les regarder comme des Elemens doués de figures, & de différences internes, qui reſultent de leurs parties.

Que la Nature s'arrête dans l'analyſe de la Matiére à un certain degré fixe & déterminé, c'eſt ce qui eſt aſſez probable, par l'uniformité qui régne dans ſes Ouvrages, & par une infinité d'expérience.

1°. Si la Matiére étoit reſoluble à l'infini, il ſeroit impoſſible que les mêmes germes & les mêmes ſémences produiſiſſent conſtamment les mêmes animaux, & les mêmes plantes, que les plantes & les animaux acquiſſent leur croiſſance toujours exactement dans le même eſpace de tems, qu'ils conſervaſſent toujours les mêmes propriétés, & qu'ils fuſſent tels à préſent qu'ils étoient autrefois : car ſi le ſuc qui les nourrit, étoit tantôt plus ſubtil, & tantôt plus groſſier, il ſeroit impoſſible qu'ils ne fuſſent pas ſujets à des variations perpétuelles, puiſque, lorſque les parties de ce ſuc ſeroient plus ſubtiles, il faudroit plus de tems pour l'accroiſſement du même corps, que lorſque ce ſuc auroit plus de conſiſtance; & ce corps par conſéquent, ſeroit plus ou moins ſolide, & acquerroit ſa croiſſance en plus ou moins de tems, ſelon que les parties

parties du suc qui le nourrit, seroient plus grossieres ou plus subtiles : ainsi, la forme & la façon d'être dans les composés, seroient sujettes à mille changemens, & les espéces des choses seroient à tout moment brouillées.

Or il n'y a aucun de ces dérangemens dans l'Univers; les plantes, les animaux, les fossiles, tout enfin produit constamment son semblable avec les attributs, qui constituent son essence : la Matiére n'est donc pas actuellement résolue à l'infini.

2°. Si les parties de la Matiére se résolvoient à l'infini, non-seulement les espéces se mêleroient, mais il s'en formeroit tous les jours de nouvelles; or il ne se forme aucune nouvelle espéce dans la Nature, les Monstres même ne perpétuent point la leur, la main du Créateur a marqué les bornes de chaque Etre, & ces bornes ne sont jamais franchies : cependant, si la Matiére se divisoit à l'infini, elles le seroient à tout moment, l'ordre qui régne dans l'Univers, & la conservation de cet ordre paroissent donc prouver qu'il y a des parties solides dans la Matiére.

3°. Les dissolutions des Corps ont des bornes fixes aussi-bien que leur accroissement; ainsi le feu du miroir ardent, le plus puissant dissolvant que nous connoissions, fond l'or, le pulvérise, & le vitrifie; mais ses effets ne vont point au-delà : cependant, si la Matiére étoit resoluble à l'infini, le feu devroit tout détruire,

&

& l'on ne pourroit dire, ni pourquoi les liquides n'acquerrent jamais qu'un certain dégré de chaleur déterminé, ni pourquoi l'action du feu ſur les Corps a des bornes ſi préciſes, ſi la ſolidité & l'irreſolubilité actuelle n'étoient pas attachées aux parties de la Matiére, quand elles paſſent une certaine petiteſſe, & n'oppoſoient pas par leur ſolidité une barriére inſurmontable à l'action de ce puiſſant agent.

4°. Cette irreſolubilité des premiers Corps devient indiſpenſablement néceſſaire, ſi l'on adopte le ſiſtême des germes, que les nouvelles découvertes, que l'on a faites par le moyen des Microſcopes, ſemblent démontrer ; tout le Monde connoît celles de M. Hartſoeker, & il devient tous les jours plus vraiſemblable, que la Nature n'agit que par développement: or ſi chaque grain de bled contient le germe de tous les bleds qu'il doit produire, il faut néceſſairement que les diviſions actuelles de la Matiére ayent des bornes, quoique ces bornes ſoient inaſſignables pour nous.

Il eſt donc bien vraiſemblable qu'il y a des particules de Matiére d'une certaine petiteſſe déterminée, que la Nature ne diviſe plus.

La cohéſion vient des mouvemens conſpirans.

§. 173. Si l'on demande la raiſon ſuffiſante de cette irreſolubilité actuelle des petits corps de la Matiére, il ſera aiſé de la trouver dans les mouvemens conſpirans de leurs parties, puiſque les mouvemens conſpirans, ſont la cauſe de la cohéſion, ſelon M. Leibnits. §. 174.

De l'extrême subtilité de la Matiére.

§. 174. Quoique les diviſions actuelles que la Matiére peut ſubir, ayent des bornes réelles, les expériences nous découvrent une ſubtilité dans les parties des Corps naturels, qui étonne l'imagination, & qu'on ne ſauroit aſſez admirer. M. Volf a obſervé dans l'eſpace d'un grain de pouſſiére cinq cens œufs, dont il eſt éclos des animaux ſemblables à des poiſſons, & dans leſquels on remarque une infinité de parties, comme dans les plus grands animaux de la mer.

Le même Auteur fait voir que l'eſpace d'un grain d'orge peut contenir vingt-ſept millions d'animaux vivans, qui ont chacun vingt ou vingt-quatre pieds, & que le moindre grain de ſable peut ſervir de demeure à deux cens quatre-vingt-quatorze millions d'animaux organiſés, qui propaguent leur eſpéce, & qui ont des nerfs, des veines, & des fluides qui les rempliſſent, & qui ſont ſans doute au corps de ces animaux, dans la même proportion que les fluides de notre corps ſont à ſa maſſe.

L'ouvrage des Tireurs & Batteurs d'or fournit de belles preuves de la ſubtilité des parties de la Matiére. M. Boyle rapporte qu'un ſeul grain d'or battu en feuille, remplit l'eſpace de cinquante pouces quarrés, meſure géometrique; mais ſi on diviſe le côté d'un pouce en deux cens parties, ou la ligne en vingt, ce qui fait encore des parties viſibles à l'œil, & ſans Microſcope, chaque pouce quarré aura quarante mille

parties

parties d'or qu'on pourra encore distinguer sans Microscope, & par conséquent toute la feuille aura deux millions de parties visibles à l'œil seulement: & si l'on ajoute à cela, qu'une telle feuille est encore divisible dans son épaisseur en six feuilles au moins, comme on le peut conclure par les Observations de M. de Reaumur, qui a observé que l'épaisseur d'une feuille d'or est environ la $\frac{1}{30000}$ partie d'une ligne, & l'épaisseur de l'or à celle des fils d'argent la $\frac{1}{175000}$ partie d'une ligne, l'argent est par conséquent environ six fois moins épais qu'une feuille d'or: ainsi, cette feuille d'or réduite à l'épaisseur d'une feuille d'argent, seroit divisée en six, d'où il s'ensuit que chaque grain d'or renferme environ douze millions de parties discernables à la simple vûe. Or, comme ces parties ne sont que de l'or, & restent encore de l'or, quand on les regarde par des Microscopes, qui augmentent un objet jusqu'à vingt ou trente mille fois, & qui par conséquent montrent encore trente mille parties dans chacune de ces douze millions de parties, que l'œil seul distinguoit dans ce grain d'or, on peut concevoir jusqu'à quel point de finesse la nature subdivise la Matiére. Car l'or est une mixtion d'autres Matiéres plus fines, qui ne sont point de l'or, & il renferme une infinité de pores remplis d'une autre Matiére que sa Matiére propre: or puisqu'après cette énorme division, on ne distingue encore ni les parties constituantes de l'or, ni la Matiére qui passe

à

à travers ſes pores, on peut encore moins eſpérer de voir jamais les figures & les mouvemens de ces parties des mixtes, qui doivent contenir la raiſon immédiate des qualités que nous remarquons dans l'or, leſquelles parties ſont encore compoſées elles-mêmes des Etres ſimples.

§. 175. Ces conſidérations nous montrent que la ſubtilité des parties de la Matiére eſt inexprimable, & qu'il n'y a perſonne, qui puiſſe jamais déterminer le nombre des parties, dont un grain de ſable eſt compoſé, puiſque ce nombre paſſe notre imagination, & tout ce que nous pouvons nous figurer; & comme la raiſon nous montre que cette diviſion n'a point de bornes, & que la Matiére ne ceſſe point d'être diviſible tant qu'elle eſt Matiére, on peut dire que par rapport à nous la Matiére eſt non-ſeulement diviſible, mais diviſée à l'infini, quoique réellement ſes diviſions ayent des bornes; car ces bornes ſont ſi reculées, qu'elles s'étendent juſqu'à l'infini pour nous, car l'infini pour nous eſt une quantité qu'aucun nombre ne peut exprimer.

§. 176. Il eſt donc évident qu'il y a dans la nature une infinité de Matiéres diverſement figurées, & differemment muës, leſquelles échapent à nos ſens & à nos obſervations par leur petiteſſe, & qui cependant produiſent les Phénomenes

nomenes que nous obſervons ; & les raiſons premieres des qualités Phiſiques ſe trouvant toutes dans ces Matiéres diverſement figurées qu'il nous eſt impoſſible de diſtinguer, nous devons en conclure qu'il peut ſe paſſer une infinité de choſes dans le moindre eſpace comme dans le monde entier: mais l'attention humaine ne pourra jamais les appercevoir, & c'eſt beaucoup pour notre entendement d'avoir pû ſeulement en connoître la poſſibilité. Ainſi, c'eſt perdre notre tems que de vouloir eſſayer de deviner ces myſtéres imperceptibles, & nous devons nous borner à obſerver ſoigneuſement les qualités qui tombent ſous nos ſens, & les Phénomenes qui en reſultent, & dont nous pouvons faire uſage pour rendre raiſon d'autres Phénomenes qui en dépendent.

Les Corps contiennent deux ſortes de matiéres, l'une qui agit & péſe avec eux, l'autre qui n'agit, ni ne péſe.

§. 177. Tous les Corps contiennent deux ſortes de Matiéres, la Matiére propre, & la Matiére étrangére : la Matiére propre peut être ou conſtante, ou variable; la Matiére conſtante eſt celle ſans laquelle le Corps ne peut point ſubſiſter, la Matiére variable eſt celle qui s'arrête quelquefois dans les pores les plus larges, comme l'air & l'eau, par exemple, qui augmentent le poid des Corps, en s'introduiſant & s'arrêtant entre leurs parties. Toute la Matiére propre d'un Corps repoſe, ſe meut, péſe, & agit avec lui ; mais la Matiére étrangére ne ſe meut point avec le Corps, mais elle paſſe librement

brement à travers ſes pores, comme l'eau à travers d'une caiſſe percée de pluſieurs trous.

§. 178. La réalité de l'éxiſtence de ces deux Matiéres ſe démontre aiſément par l'expérience ; car l'expérience nous apprend que les Corps ont différentes denſités & des poids différens, l'eau, par exemple, péſe plus que l'air, & l'or eſt plus denſe que le bois, & péſe davantage.

Or toutes les Matiéres juſqu'à l'or même, la plus denſe de toutes, ayant des pores qui ne ſont point remplis de la même matiére, que leur matiére propre, & n'y ayant point de vuide abſolu dans l'Univers, il eſt néceſſaire que ces pores ſoient remplis d'une matiére étrangére, qui ne péſe point avec ces Corps, & qui ne choque point avec eux, lorſqu'ils en rencontrent d'autres dans leur chemin, mais qui remplit tous leurs interſtices, & qui ſe meut à travers avec autant de liberté que l'air, à travers un crible, & l'eau, à travers un filet.

§. 179. C'eſt encore ce qui peut ſe prouver par la cohéſion ; car puiſque le principe de la raiſon ſuffiſante bannit le vuide d'entre les parties des Corps, & montre qu'il ne ſauroit y avoir deux parties de matiére indiſcernable l'une de l'autre dans l'Univers, il ne peut y avoir de figure ni de diverſité dans la Nature que par le mouvement ; car ſi toutes les parties de

la matiére repoſoient les unes auprès des autres, il eſt évident qu'il n'en reſulteroit qu'une parfaite continuité ſimilaire ſans aucune figure : il eſt donc néceſſaire, non-ſeulement que toute la matiére ſe meuve, mais que ſon mouvement ſoit varié à l'infini dans ſa vîteſſe & dans ſa direction, pour qu'il puiſſe en reſulter les différentes qualités, & toutes les différences internes des parties de la matiére : or, lorſque pluſieurs parties de la matiére paroiſſent être ſans force & dans un repos parfait, il faut que le mouvement de ces parties tende vers les directions oppoſées avec la même force, & qu'elles s'arrêtent par conſéquent dans la même place, ce qui fait la cohéſion ; car on ſait que deux Corps fortement preſſés l'un contre l'autre, ne peuvent être ſéparés que difficilement, & ſemblent ne faire qu'un ſeul Corps. Le mouvement conſpirant eſt donc l'origine de la cohéſion, ſelon le ſentiment de M. de Leibnits & de ſes Diſciples : or nous avons vû que le dégré de vîteſſe dont un Corps eſt mû, & la direction de ſon mouvement ne ſont déterminés que par le mouvement de quelques-autres Corps qui en contiennent la raiſon ſuffiſante. (§. 149). Ainſi, afin que des parties ſe meuvent dans des directions oppoſées avec des viteſſes égales, & qu'elles coherent par ce moyen, il eſt néceſſaire que le mouvement d'une matiére externe, qui ne cohere point avec ces parties, détermine leur direction & leur vîteſſe ;

il

il y a donc des matiéres très-fines & très-rapidement mues qui se dérobent à nos sens, & qui produisent plusieurs des effets que nous remarquons ; de ce genre, sont vraisemblablement la matiére magnetique, la matiére électrique, celle du feu, de la cohésion, de l'élasticité, de la pésanteur, & sans doute une infinité d'autres qui se modifient differemment, & qui concourent en diverses maniéres pour produire les qualités sensibles des Corps.

Précaution contre les décisions précipitées.

§. 180. Ces réflexions doivent précautionner contre la précipitation de quelques Philosophes, qui, lorsqu'ils voyent des Phénomenes que les fluides que l'on suppose, n'ont pû expliquer jusqu'à présent, tranchent le nœud qu'ils devoient délier, & décident qu'aucun fluide tel qu'il puisse être, ne peut produire les effets que nous observons ; car pour former une telle décision, il faudroit connoître toutes les façons dont la matiére peut-être mue, & tout ce qui peut resulter de tous ses mouvemens divers ; mais c'est de quoi nous sommes encore bien éloignés.

§. 181. Les seules expériences de l'électricité montrent assez quels effets singuliers la nature peut produire par le mouvement des matiéres subtiles, quoique la façon dont elles les emploie pour produire les effets soit inexplicable pour nous ; car ces matiéres se font appercevoir sensiblement dans les expériences de l'é-

lectricité, cependant celui qui entreprendroit d'expliquer méchaniquement par le moyen du mouvement & d'un fluide très-subtile tous les Phénomenes de l'électricité, entreprendroit un problême infiniment plus difficile que celui de la cause qui fait mouvoir les Planetes : car dans le mouvement des Planetes, il régne une grande régularité, & une grande uniformité, mais les Phénomenes de l'électricité sont diversifiés presqu'à l'infini ; cependant, oseroit-on conclure qu'il est impossible que les Phénomenes de l'électricité soient exécutés par des fluides, parce qu'on n'a pas encore découvert la maniére dont ces Phénomenes s'executent ? Non sans doute, nous ne devons point nous décourager, parce que jusqu'à présent on n'a pû parvénir à deviner tous les secrets de la Nature : les premiers ressorts éluderont peut-être à jamais nos recherches par leur finesse & leur multiplicité ; mais en cherchant à les deviner, on ne laisse pas de faire sur la route bien des découvertes qui nous en approchent.

Exemples tirées de l'électricité qui montrent que tout ce qui s'opére par la matiére, & le mouvement, n'est pas toujours explicable d'une façon intelligible par ces principes.

§. 182. Ainsi, quelque difficile que soit l'application des principes méchaniques aux effets Phisiques, il ne faut jamais abandonner cette maniére de Philosopher qui est la seule bonne, parce qu'elle est la seule dans laquelle on puisse rendre raison des Phénomenes d'une façon intelligible ; on ne doit pas sans doute en abuser, & pour expliquer méchaniquement les effets naturels

Précaution à prendre dans l'explication méchanique des Phénomenes.

naturels, créer des mouvemens & des matiéres à ſon gré, (qui ordinairement même dans l'explication, ne produiſent point l'effet qu'on s'en étoit promis,) & cela, ſans ſe mettre en peine de démontrer l'éxiſtence de ces matiéres & de ces mouvemens. Mais il ne faut pas non plus borner la nature au nombre de fluïdes, dont nous croyons avoir beſoin pour l'explication des Phénomenes, comme ont fait pluſieurs Philoſophes, & en particulier M. Hartſoëker qui avoit choiſi, pour rendre raiſon des Phénomenes, deux eſpéces d'Elemens, l'un parfaitement fluide, l'autre abſolument dur, & qui croyoit le monde compoſé de ces deux eſpéces de matiéres qu'il ſuppoſoit inaltérables; mais M. de Leibnits lui fit voir que ces deux matiéres ou élemens, n'étoient qu'une fiction, contraire au principe de la raiſon ſuffiſante: car ce principe eſt la Pierre de touche qui diſtingue la vérité de l'erreur. Ceux qui connoiſſent la diverſité qui régne dans la nature, & le méchaniſme admirable qui y eſt employé, ne fixent point ainſi par une hypothéſe téméraire le nombre & les qualités des reſſorts qu'elle employe, mais ils n'admettent que ceux dont l'expérience ou des raiſonnemens inébranlables démontrent l'éxiſtence.

§. 183. La petiteſſe des parties indiviſées de la Matiére ſurpaſſe ſi fort tout ce que nos ſens peuvent découvrir, qu'il n'y a aucune eſpérance que nous en puiſſions jamais connoître les qua-

lités, les mouvemens, & les figures; ce qui nous fait voir combien nous sommes loin des Etres simples, dont ces parties solides sont formées.

§. 184. Ainsi, on se tromperoit si on croyoit pouvoir rendre raison des Phénomenes, qui tombent sous nos sens par la simple figure & la grandeur des parties sensibles, puisque nous ne savons point combien de mêlanges des parties primitives & irrésolubles de la Matiére, ont été nécessaires, avant que les parties qui tombent sous nos sens en ayent résulté; car tant que la Matiére d'un Corps est composée d'autres Matiéres mêlangées ensemble, il faut déterminer la différence des parties de ce Corps par les Matiéres qui les composent, & par la proportion dans laquelle elles sont mêlées: ainsi, si quelqu'un vouloit expliquer les effets de la poudre à canon, par exemple, il faudroit qu'il commençât par déterminer de combien de sortes de Matiéres elle est composée, & la proportion de leur mixtion, avant que de passer à la figure de ses parties; car les Matiéres mêlangées, & leur proportion, doivent préceder les causes méchaniques, c'est-à-dire, la détermination de la figure & de la grandeur des parties, dont il n'est permis de parler que lorsqu'on est arrivé aux Matiéres primitives: ces qualités Phisiques, qui sont l'effet des causes méchaniques, doivent nécessairement les préceder

Figures du chap. neuvième.

Fig. 6

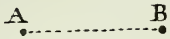


Fig. 7

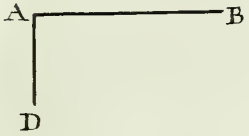


Fig. 8

Fig. 9

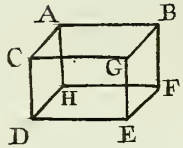
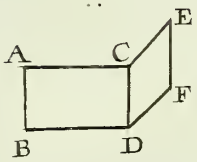


Fig. 10



dre dans l'explication des Phénomenes.

§. 185. Mais comme il nous reſte peu d'eſpérance de découvrir les Matiéres plus ſimples par les mixtions deſquelles les Corps ſenſibles réſultent, un Phyſicien qui ne veut pas perdre ſon tems, doit ſe contenter de découvrir les raiſons les plus prochaines, que l'induſtrie humaine peut appercevoir, & n'admettre de Matiéres & de Mouvemens, que ceux dont l'éxiſtence peut être démontrée.

CHAPITRE X.

De la Figure, & de la Porosité de Corps.

§. 186.

Toute étendue finie a une figure.

LA Figure est un attribut nécessaire du Corps ; car on entend par Corps une étendue qui a des bornes : or toute étendue terminée a nécessairement une Figure.

§. 187. On a vû dans le Chapitre précédent que tous les Corps que nous voyons, sont vraisemblablement composés par l'adunation & la mixtion des parties premieres de la Matiére, c'est-à-dire, des parties que la nature ne résout plus en d'autres, & qui sont indivisées dans l'ordre

dre des choſes qui exiſtent ; or les premieres parties de la Matiere ont néceſſairement une Figure, mais nous n'avons pas d'organes pour la diſtinguer ; nous ſçavons ſeulement que leurs formes ſont diverſes, puiſque le principe de la raiſon ſuffiſante ne ſouffre point de Matiere ſimilaire dans l'Univers.

Nous ne ſavons point quelle eſt la forme des parties indiviſées de la matiére.

§. 188. Pour avoir une idée de la façon dont les différens Corps qui tombent ſous nos ſens peuvent réſulter de l'aſſemblage des parties inſécables de la Matiere. Suppoſons, par exemple, que 3. 4. ou un nombre quelconque de ces parties ſolides ſoient unies enſemble, & qu'elles compoſent une maſſe quelconque ; les particules ainſi compoſées pourront être appellées, *particules du premier ordre* : que pluſieurs maſſe de ce premier ordre s'uniſſent enſemble, elles compoſeront pluſieurs groſſes particules, leſquelles pourront être appellées *du ſecond ordre.* Ces particules du ſecond ordre en s'uniſſant entr'elles, compoſeront encore une eſpéce de particules plus groſſes que celles des deux ordres précedens, leſquelles ſeront *les particules du troiſiéme ordre.* On ſent qu'on peut pouſſer preſqu'à l'infini cette progreſſion de particules differentes les unes des autres, & que les particules d'un ſeul ordre ſont elles-mêmes ſuſceptibles d'une quantité innombrable de combinaiſons, ſelon la façon dont elles s'arrangent.

Planche 3. *Fig.* 11. 12. & 13.

§. 189.

Observations qui portent à admettre différens ordres de particules dans l'Univers.

§. 189. Les Corps qui ſont compoſés des particules d'un ordre ſeulement, ſont plus homogenes que les autres, & l'on voit aiſément que ceux qui ſont compoſés des particules du premier ordre ſont les plus homogenes de tous.

Les Corps compoſés de particules de pluſieurs ordres ſont hétérogenes, & le ſont d'autant plus, qu'ils ſont compoſés d'un plus grand nombre de particules, & que les ordres de ces particules different davantage les unes des autres.

§. 190. Diverſes obſervations portent à admettre les différens ordres de particules, & à conclure que leurs combinaiſons forment les différens Corps.

1°. L'Acier trempé, quoique plus dur, eſt plus caſſant que l'acier non trempé; & cela parce que ſes grains ſont plus gros, comme le microſcope le découvre : or plus les particules ſphériques ſont groſſes, moins elles ſont cohérentes.

Fig. 14. Obſervation ſinguliére ſur notre ſang.

2°. Lorſqu'on regarde les globules du ſang avec un microſcope, on voit lorſqu'ils ſe diſſolvent, que chaque globule rouge eſt compoſé de ſix petits globules ſéreux tirant ſur le jaune, & que chacun de ces globules ſéreux eſt compoſé de ſix autres globules limphatiques; & on ne ſçait point encore juſqu'où cette progreſſion de petits globules ſe continuë dans notre ſang.

3°. On diſtingue quelquefois à l'œil les plus groſſes

groſſes des particules qui compoſent les Corps, le microſcope en découvre de toutes les façons. On remarque, à l'aide de cet inſtrument, des varietés infinies entre les particules qui compoſent les Corps ; & les différences ſont quelquefois ſi remarquables, qu'on reconnoît les particules du même ordre, quand on les retrouve en différens compoſés.

§. 191. Comme toutes ces particules, de quelqu'ordre qu'elles ſoient, ſont compoſées des parties indiviſées du premier Corps de la Matiere, les parties qui les compoſent peuvent être ſéparées l'une de l'autre. Ainſi, les plus grandes particules peuvent ſe réſoudre en de plus petites, & celles-là dans de plus petites encore, juſqu'à ce que l'on ſoit arrivé aux parties indiviſées de la matiere. On voit aiſément par là comment le Corps le plus dur peut être réduit en poudre très-fine par l'attrition, le feu, la putréfaction, ou par l'action de quelque menſtruë : ces particules ainſi décompoſées peuvent ſe rejoindre enſuite, ſoit qu'elles éprouvent les mêmes combinaiſons, ſoit qu'elles en ſubiſſent d'autres. De là, lorſque les parties d'un animal ou d'une plante ſont différentes, elles peuvent entrer dans la compoſition de quelque plante, ou de quelque animal différent du premier.

§. 192. Nous voyons dans ce qui arrive à l'Eau, qui

qui eſt un des Corps les plus ſimples que nous connoiſſions, combien les compoſés formés par les mêmes particules peuvent différer ſenſiblement les uns des autres; car lorſque les parties de l'Eau ſont raſſemblées dans un verre, elles compoſent une maſſe liquide aſſez peſante; élevées en vapeurs, elles ſe ſéparent l'une de l'autre, & échapent à nos ſens; enſuite elles reparoiſſent en forme de nuages, puis elles retombent en roſée, en neige, en glace, &c. & étant de nouveau fonduës, elles redeviennent cette maſſe liquide & peſante qui étoit dans le vaſe. On voit aiſément que ces variations ne ſont que différentes combinaiſons des parties ſolides dont l'Eau eſt formée, & qu'il eſt très-vrai-ſemblable que la génération, l'accroiſſement & la corruption des Corps ſenſibles dépendent des diviſions & des aſſemblages des parties irréſolubles de la matiere, leſquelles reſtent inaltérables à toutes ces variations, & conſervent par leur ſtabilité, les eſpéces des choſes.

§. 193. Les différens ordres de particules dont je ſuppoſe ici que les Corps ſont compoſés, ne ſont encore à la vérité que dans l'ordre des choſes que quelques expériences rendent vrai-ſemblables, & dont il faut chercher la confirmation dans d'autres expériences: mais de quelque façon que ſe faſſe le nombre innombrable de combinaiſons néceſſaires pour produire la diverſité qui regne dans la nature, on ne

ne peut trop admirer l'artifice par lequel tant de choſes ſi diverſes réſultent de l'aſſemblage des premiers Corps.

§. 194. On ne peut mieux ſe repréſenter la façon dont les Corps en général ſont compoſés, qu'en imaginant pluſieurs cribles poſés les uns ſur les autres, il en réſultera des maſſes percées de tous côtés, & c'eſt ainſi que tous les Corps paroiſſent au microſcope. Ces nouveaux yeux que l'induſtrie humaine a ſû ſe procurer, nous ont fait voir que les parties des Corps que l'on croyoit les plus ſolides, ſont à peu près arrangées comme dans la Figure 15. & il n'y a aucun Corps qui, regardé au microſcope, ne paroiſſe contenir infiniment plus de pores que de matiere propre.

De la poroſité des Corps. *Figure 15.*

§. 195. Mille exemples s'accordent avec celles du microſcope pour nous démontrer cette extréme poroſité des Corps.

Expériences qui le prouvent.

1°. Le mercure pénetre dans l'or, dans le cuivre, dans l'argent, enfin dans tous les métaux, auſſi facilement que l'Eau pénetre dans une éponge.

2°. L'Eau pénetre dans les membranes des animaux & des végetaux, à qui elle porte les parties nutritives.

3°. L'Or même donne paſſage * à travers ſa

* Un Globe d'or creux, rempli d'eau, & fermé hermétique-

ſubſtance

ſubſtance, à l'Eau, qui n'eſt que dix-neuf fois environ moins ſolide que lui.

4°. Les Fluides ſe pénetrent l'un l'autre ; ainſi, ſi vous verſez ſur de l'huile de vitriol, une certaine quantité d'eau, la mixtion commencera par s'élever, mais après que l'efferveſcence ſera ceſſée, & que le mélange ſera en repos, la liqueur deſcendra ; & cela, parce que l'eau s'eſt introduite dans les pores de l'huile.

5°. Les Corps les plus denſes deviennent tranſparens, quand ils ſont très-minces. Ainſi, une feuille d'or paroît tranſparente au microſcope, ou au trou d'une chambre obſcure : or cette tranſparence des Corps opaques, quand ils ſont réduits en lames très-minces, vient en partie des pores qui ſéparent leur matiére propre.

6°. Les Phénomenes de l'électricité, de l'Aimant, & de la lumiére prouvent encore invinciblement cette extrême poroſité des Corps.

7°. La fumée qui ſort du ſouffre, va percer pluſieurs linges & étoffes pour noircir l'argent ou l'or qu'on en a enveloppé, & il y a mille exemples dans la Chimie de cette pénétration des eſprits, & des odeurs, à travers les pores des Corps.

§. 196. On a vû ci-deſſus qu'il faut diſtinguer

ment, ayant été mis ſous une preſſe, l'eau qui y étoit renfermée, ſortit par les pores de l'Or, comme une pluie très-fine : M. Newton rapporte cette expérience dans ſon Traité d'Optique.

dans

dans les Corps leur matiére propre qui ſe meut & agit avec eux, d'avec la matiére qui paſſe dans leurs pores, laquelle ne participe ni à leurs actions, ni à leurs paſſions : ainſi, comme il n'y a point de vuide dans la Nature, tous les Corps de volume égal, contiennent autant de matiére abſoluë; mais cependant deux Corps de volume égal & mus avec la même vîteſſe, ne font pas le même effet, s'ils n'ont pas la même gravité ſpécifique, c'eſt-à-dire, s'ils ne contiennent pas également de matiére propre : car la matiére qui paſſe dans les pores des Corps ne péſe point avec eux, & ne participe ni à leur mouvement, ni à leur action.

En quel ſens on peut dire qu'un corps eſt plus ou moins ſolide qu'un autre.

§. 197. La ſolidité eſt cette réſiſtance que tous les Corps nous font éprouver, lorſque nous voulons les comprimer.

Le tact eſt le ſeul ſens qui nous donne l'idée de la ſolidité, ce ſens eſt répandu par tout notre Corps, & les autres ſens ne ſont eux-mêmes qu'un tact diverſifié, l'ébranlement des nerfs, quoiqu'inſenſible pour nous, étant la ſource de toutes nos ſenſations.

Nous n'avons l'idée de la ſolidité que par le tact.

Il paroît ſingulier que tous nos ſens n'étant que des modifications du tact, l'idée de la ſolidité qui en eſt l'objet propre, ne nous vienne cependant que par un ſeul ſens, & que nos yeux, ni nos oreilles ne nous donnent point cette idée.

Il eſt bien vraiſemblable que le Créateur qui

a voulu que nos yeux jugeaſſent des couleurs & des figures, & qu'ils ſerviſſent à nous conduire, & que nos oreilles jugeaſſent des ſons, & nous ſerviſſent à la communication de nos penſées avec nos ſemblables, nous a caché l'ébranlement de la retine & du timpan, pour éviter la confuſion que tant d'ébranlemens diffens auroient mis dans nos ſenſations.

Un Eſtre privé de toute faculté tactile, & qui n'auroit de ſens que celui des oreilles, éprouveroit à la vérité une eſpéce de douleur en entendant un bruit trop aigu; mais quoique cette douleur ne ſoit cauſée que par l'ébranlement trop fort du timpan, cependant elle ne donneroit à cet Eſtre aucune idée de ce qui a cauſé cet ébranlement; car le ſentiment de la douleur ne nous donne point l'idée de ce qui la cauſe. Ainſi, quoique la ſource de nos ſenſations ſoit commune, quoique nos ſens ſemblent ſe tenir, cependant rien n'eſt plus ſéparé que leurs objets, la main ne jugera jamais des ſons, ni l'oreille des couleurs, & l'on peut leur appliquer ce beau Vers de M. Pope ſur les différens Eſtres.

For ever near, and for ever ſeparate,

Toujours près l'un de l'autre, & toujours ſéparés.

Les Corps ſont plus ou moins ſolides, ſelon qu'ils contiennent plus ou moins de matiére propre ſous un même volume.

§. 198.

§. 198. Lorſque l'on compare la ſolidité d'un Corps à celle d'un autre Corps, on ſuppoſe toujours que ces Corps ſont d'un volume égal, c'eſt-à-dire, que l'un peut-être ſubſtitué à l'autre par rapport à leur étenduë, quelque ſoit la forme de ces deux Corps. Ainſi, le Corps A. & le Corps B. par exemple, quoique de forme très-différente, ont cependant le même volume, parce que le Corps B. regagne en longueur, ce que le Corps A. a de plus que lui en largeur. *Fig.* 16. & 17.

§. 199. Quoique les Corps ſoient plus ou moins ſolides, ſelon qu'ils contiennent plus ou moins de matiére propre ſous un même volume, ils ſont tous également reſiſtans.

Lorſque l'on n'a pas encore des idées bien nettes des choſes, on pourroit être tenté de croire que les fluides ſont privés de cet attribut de la matiére par lequel elle reſiſte; mais lorſque nous voulons les traverſer, ils nous font ſentir par la réſiſtance qu'ils nous oppoſent, qu'ils poſſedent auſſi cette propriété de la matiére.

§. 200. Si on connoiſſoit quelque Corps qui n'eût que de la matiére propre, on pourroit connoître combien les Corps contiennent de matiére propre, & de matiére étrangére ſous un volume déterminé; car ſi un Corps d'un pouce cubique, par exemple, ne contenoit que de la matiére propre, & qu'il eût un poids quel- Nous ne connoiſſons la maſſe réelle d'aucun Corps.

conque, & qu'un autre Corps auſſi d'un pouce cube ne peſât que la moitié du premier, le ſecond Corps contiendroit autant de matiére étrangére que de matiére propre.

L'or ſert ordinairement de meſure comparative de la ſolidité des Corps.

Mais comme nous ne connoiſſons point de telle portion de matiére, on a choiſi l'or, qui eſt un Corps très-denſe, & cependant très-poreux, pour ſervir de commune meſure, & l'on a ſuppoſé que ſous un volume quelconque, l'or contenoit autant de matiére étrangére que de matiére propre; ayant donc comparé la peſanteur des autres Corps à celle de l'or, & les faiſant de même volume, on a déterminé leur gravité ſpécifique comparée à celle de l'or: ainſi, un volume d'eau quelconque peſant environ 19. fois $\frac{1}{2}$ moins qu'un égal volume d'or, & ayant par conſéquent 19. fois $\frac{1}{2}$ moins de matiére propre que l'or, qui n'en a déja que la moitié, on a conclu que la quantité des pores & de la matiére étrangére de l'eau étoit à ſa matiére propre comme 39. à 1. environ.

L'or eſt donc le Corps le plus denſe que nous connoiſſions, cependant il a des pores: ainſi, il n'y a aucune portion de matiére abſolument denſe, & la raiſon eſt ſur cela d'accord avec l'expérience; car s'il y avoit quelque maſſe entierement denſe, elle compoſeroit un Corps entierement dur & ſans reſſort, quoiqu'il y ait des parties que la nature ne reſout plus en d'autres, car il ne peut point y avoir de Corps entierement denſe dans la nature, comme on l'a vû

§. 201. Les Corps que nous croyons les plus denſes à la ſimple vûë, & qui nous paroiſſent les plus continus dans leur ſurface, paroiſſent percés d'une infinité de pores, quand on les regarde avec un Microſcope, telle eſt, par exemple, l'écorce d'arbre.

Ainſi, il n'y a de Corps denſe que par comparaiſon à des Corps plus poreux.

§. 202. Si la matiére propre du Corps ſubit quelque changement, le compoſé eſt changé & reſolu dans ſes principes: ſi les changemens n'arrivent qu'à la matiére qui paſſe dans ſes pores, ils ne ſont qu'accidentels, & ce compoſé n'eſt point détruit.

§. 203. Les particules qui compoſent un Corps, peuvent être arrangées de façon que leurs ſuperficies paroiſſent ſe toucher immédiatement dans tous leurs points, ou qu'elles ne ſe touchent que dans quelques points: ſi elles ſe touchent dans tous leurs points, le Corps eſt continu, & ſes parties ſont ſimplement poſſibles; & l'on appelle ce Corps, *un Corps denſe*; dans le cas oppoſé, ce Corps eſt *un Corps poreux.*

§. 204. Si les parties propres qui compoſent un Corps, s'approchent l'une de l'autre, enſorte que ſes pores deviennent plus petits, le volume de ce Corps diminuë, & de poreux, il devient

Causes de la rarefaction, & de la condenſation.

denſe; cet effet s'appelle *condenſation*: ſi au contraire ſes interſtices ou pores deviennent plus grands, le volume de ce Corps augmente, & de denſe, il devient poreux; & cela s'appelle, *rarefaction*: ces deux effets ſont cauſés par la quantité plus ou moins grande de la matiére, qui paſſe dans les pores de ces Corps; quand cette matiére y eſt en plus grande abondance, le Corps eſt rarefié, quand ſa quantité diminuë, le Corps eſt condenſé.

Définition de la dureté, & de la moleſſe.

§. 205. Si les parties d'un Corps cedent difficilement, en ſorte que l'on ſente la réſiſtance qu'elles font, quand on veut les ſéparer, on appelle ce Corps, *un Corps dur*: mais ſi ſes parties cedent facilement, & font très-peu de réſiſtance, quand on veut les ſéparer, on appelle ce Corps, *un Corps mol*; & quand cette réſiſtance eſt encore moindre, ce Corps devient fluide.

§. 206. La cohéſion des Corps venant des mouvemens conſpirans de leurs parties (§. 173.) ils ſont plus ou moins durs, ſelon que les ſurfaces de leurs parties ſont plus ou moins exactement appliquées l'une ſur l'autre, & que leurs mouvemens conſpirent plus ou moins; d'où naiſſent les différentes cohéſions, qui font que certains Corps ſont ſécables, d'autres friables, d'autres caſſans, &c.

§. 207. Si dans la ſurperficie d'un Corps, il

y

y a des éminences ou aſperités qui debordent les autres parties, ce Corps eſt brute; mais ſa ſurface eſt polie ou unie, lorſque l'une de ſes parties ne ſurpaſſe point l'autre.

§. 208. Si les particules de matiére conſtante qui compoſent un Corps, viennent à être ſéparées l'une de l'autre par un fluide qui ſe meut avec beaucoup de rapidité à travers, & qu'il n'y ait plus aucun contact entre ces parties, ce Corps devient fluide; & lorſque ces parties commencent à ſe rapprocher, enſorte que leur contact immédiat recommence, le Corps devient un Corps ſolide: le plomb ſubit ſucceſſivement ces deux états, lorſqu'on l'expoſe au feu, & qu'on le laiſſe enſuite refroidir. Comment un Corps devient fluide.

Quoique les corpuſcules qui compoſent les Corps fluides, ſoient réellement ſéparés, cependant ils paroiſſent continus à l'œil, à cauſe de leur extrême ſubtilité, & de celle de la matiére qui ſe meut entre eux: ainſi, il n'eſt pas étonnant que les fluides cedent facilement aux ſolides, qui les fendent en ſéparant leurs parties.

§. 209. Les Corps deviennent mols avant de devenir fluides, car le contact de leurs parties diminuë peu à peu, avant de ceſſer entierement, & de là naît ſucceſſivement la molleſſe, & la fluidité.

Cette ſéparation des parties qui compoſent les Corps, ſe fait par la matiére variable qui

remplit leurs pores, laquelle se fraie de nouveaux chemins dans les Corps, & rompt ainsi le contact de leurs parties.

§. 210. Lorsqu'il ne peut s'introduire entre ces parties qu'une certaine quantité de cette matiére, les Corps restent mols, & ne deviennent point fluides; mais ces Corps redeviennent durs, si cette matiére se retire d'entre leurs parties, soit par l'action du feu, soit par l'evaporation de cette matiére, ou par la compression du Corps par laquelle on la force d'en sortir.

Je vous dirai dans le Chapitre XVI. comment les Newtoniens expliquent par l'attraction ces mêmes Phénomenes de la cohésion, de la dureté, de la molleſſe, & de la fluidité; car selon quelques-uns d'entr'eux, c'est dans les détails que la nécessité d'admettre l'attraction se manifeste le plus, leurs Observations méritent assurément qu'on les étudie, & que l'on tâche de trouver une raison méchanique des Phénomes qu'ils ont observés.

CHAPITRE

Figures du chapitre dix.

Fig. 11

Fig. 12

Fig. 13

Fig. 14

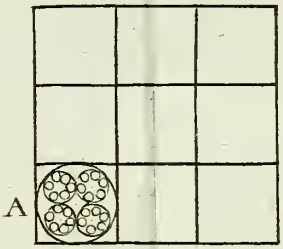


Fig. 15

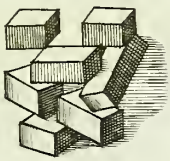
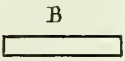


Fig. 16

Fig. 17



CHAPITRE XI.

Du Mouvement, & du Repos en général, & du Mouvement simple.

§. 211.

LE Mouvement est le passage d'un Corps du lieu qu'il occupe dans un autre lieu. Définition du Mouvement.

§. 212. On distingue trois sortes de mouvemens, le mouvement absolu, le mouvement rélatif commun, & le mouvement rélatif propre. Trois sortes de mouvement.

§. 213. Le mouvement absolu est le rapport successif d'un Corps à différens Corps considerés comme immobiles, & c'est-là le mouvement réel, & proprement dit. Du mouvement absolu.

Du mouvement relatif commun.

§. 214. Le mouvement relatif commun eſt celui qu'un Corps éprouve, lorſqu'étant en repos, par rapport aux Corps qui l'entourent, il acquiert cependant avec eux des relations ſucceſſives, par rapport à d'autres Corps, que l'on conſidére comme immobiles; & c'eſt le cas dans lequel le lieu abſolu des Corps change, quoique leur lieu relatif reſte le même; & c'eſt ce qui arrive à un Pilote, qui dort ſur le tillac pendant que ſon Vaiſſeau marche, ou à un poiſſon mort, que le courant de l'eau entraîne.

Du mouvement relatif propre.

§. 215. Le mouvement relatif propre eſt celui que l'on éprouve, lorſqu'étant tranſporté avec d'autres Corps d'un mouvement relatif commun, on change cependant ſa relation avec eux, comme lorſque je marche dans un Vaiſſeau qui fait voile; car je change à tout moment ma relation avec les parties de ce Vaiſſeau, qui eſt tranſporté avec moi.

Exemples des différentes ſortes de mouvement.

§. 216. Les parties de tout mobile ſont dans un mouvement relatif commun; mais ſi elles venoient à ſe ſéparer, & qu'elles continuaſſent à ſe mouvoir comme auparavant, elles acquerroient un mouvement relatif propre.

§. 217. Si un Vaiſſeau marchoit vers l'Orient, & qu'un homme ſe promenât dans un Vaiſſeau de la poupe à la proüe, c'eſt-à-dire, de l'Orient

tient vers l'Occident avec la même vîteſſe, dont le Vaiſſeau eſt emporté, cet homme auroit, pendant qu'il parcourt la longueur de ce Vaiſſeau, un mouvement relatif propre, mais ſon mouvement abſolu ne ſeroit qu'apparent, puiſqu'en changeant à tout moment ſa ſituation, par rapport aux parties de ce Vaiſſeau, il répondroit cependant toujours aux mêmes points hors du Vaiſſeau.

Si au contraire cet homme marchoit dans ce Vaiſſeau de la poupe à la proüe, c'eſt-à-dire, dans la même direction que le Vaiſſeau qui le porte, il auroit en même tems un mouvement relatif commun avec le Vaiſſeau, & un mouvement relatif propre; car il changeroit à tout moment ſa ſituation avec les parties de ce Vaiſſeau, & avec les Corps hors du Vaiſſeau: c'eſt cette ſorte de mouvement que tous les Corps qui marchent ſur la terre éprouvent, car la terre marche ſans ceſſe.

§. 218. Si au lieu de cet homme, on imagine une pierre jettée horiſontalement dans ce Vaiſſeau, dans un ſens contraire à celui dans lequel le Vaiſſeau marche, mais avec une vîteſſe égale à celle dont il eſt emporté, cette pierre paroîtra à ceux qui ſont dans le Vaiſſeau avoir un mouvement relatif propre, dans le ſens dans lequel on l'a jettée; mais ceux qui ſont ſur le rivage la verront dans un repos abſolu, par rapport à ſa direction horiſontale, & ce repos eſt ſon état réel.

Cette

Cette pierre eſt dans un repos abſolu par rapport à ſon mouvement horiſontal, parce qu'étant tranſportée avec ce Vaiſſeau, elle avoit acquiſe dans la direction dans laquelle ce Vaiſſeau marche, une force égale à celle dont le Vaiſſeau étoit emporté ; or, comme on ſuppoſe qu'elle a été jettée en ſens contraire par une force égale à celle qui emporte le Vaiſſeau, ces deux forces égales & oppoſées ſe détruiſent mutuellement, & la pierre reſte dans un repos abſolu par rapport au mouvement horiſontal ; car la main qui l'a jettée, à trouvé en elle une force réelle, & celle qu'elle lui a imprimée, a été employée toute entiere à la détruire. Il en arriveroit tout autrement, ſi cette pierre étoit jettée dans le Vaiſſeau par une main qui fût hors du Vaiſſeau ; car alors la pierre auroit réellement un mouvement relatif propre de l'Orient vers l'Occident, & elle tomberoit dans la mer hors du Vaiſſeau.

§. 219. A l'égard du mouvement de cette pierre vers le centre de la Terre, il n'eſt pas arrêté ; car le mouvement horiſontal qui lui a été imprimé, ni celui du Vaiſſeau n'eſt point oppoſé au mouvement que ſa gravité lui imprime vers le centre de la Terre.

Celui qui eſt dans le Vaiſſeau & qui croit que la pierre a marché d'Orient en Occident, attribuë à la pierre le mouvement qui n'appartient qu'au Vaiſſeau ; & il eſt trompé par ſes

ſes ſens de la même maniére que nous le ſommes, quand nous croyons que le rivage que nous quittons s'enfuit, quoique ce ſoit le Vaiſſeau qui nous porte qui s'en éloigne, car nous jugeons les objets en repos, quand leurs images occupent toujours les mêmes points ſur notre retine. Ainſi, comme nous marchons avec le Vaiſſeau, ſes parties occupent toujours la même place dans nos yeux, mais les parties du rivage, au contraire en occupant tantôt une partie, & tantôt une autre, nous les jugeons en mouvement par cette raiſon : ainſi, le mouvement vrai, & le mouvement apparent, ſont quelquesfois très-différens.

Pourquoi le rivage paroît s'enfuir, lorſqu'on s'en éloigne.

§. 220. Le Repos eſt l'éxiſtence continuë d'un Corps dans le même lieu.

On diſtingue entre Repos relatif & Repos abſolu.

Du Repos en général.

§. 221. Le Repos relatif eſt la continuation des mêmes rapports du Corps, que l'on conſidére, aux Corps qui l'entourent, quoique ces Corps ſe meuvent avec lui.

Du Repos relatif.

§. 222. Le Repos abſolu eſt la permanence du Corps dans le même lieu abſolu, c'eſt-à-dire, la continuation des mêmes rapports du Corps, que l'on conſidére, aux Corps qui l'entourent, conſidérés comme immobiles.

Du Repos abſolu.

§. 223.

§. 223. Lorſque la force active ou la cauſe du mouvement n'eſt point dans le Corps mu, ce Corps eſt en repos, & c'eſt là le repos réel, & proprement dit.

Exemples de ces deux ſortes de Repos.

§. 224. Aucun Corps ſur la terre n'eſt dans un Repos abſolu, car la terre change ſans ceſſe ſa relation aux Corps qui l'environnent.

Les Corps qui ſont attachés à la terre comme les Arbres, les Plantes, &c. ſont dans un Repos relatif; car les Corps ne changent point de relation entre eux, mais la terre à laquelle ils ſont attachés, & les Corps qui les entourent marchent ſans ceſſe, ils ſont dans un mouvement relatif commun. Ainſi, un Corps peut-être dans un Repos relatif, quoiqu'il ſe meuve d'un mouvement relatif commun.

§. 225. Mais pour éviter l'embarras que toutes ces diſtinctions mettroient dans le diſcours, on ſuppoſe ordinairement, lorſque l'on parle du mouvement & du repos, que c'eſt d'un mouvement & d'un repos abſolu; car il n'y a de mouvement réel que celui qui s'opére par une force réſidente dans le Corps qui ſe meut, & il n'y a de repos réel que la privation de cette force.

Il n'y a point dans ce ſens de repos dans la Nature, car toutes les parties de la matiére ſont toujours en mouvement, quoique les Corps

Corps qu'elles compoſent, puiſſent être en repos : ainſi, on peut dire qu'il n'y a point de repos interne.

§. 226. Il n'y a point de degrés dans le repos, comme dans le mouvement ; car un Corps peut ſe mouvoir plus ou moins vîte, mais quand il eſt une fois en repos, il n'y eſt ni plus, ni moins.

Cependant le repos & le mouvement ne ſont ſouvent que comparatifs pour nous, car les Corps que nous croyons en repos, & que nous voyons comme en repos, n'y ſont pas toujours.

§. 227. Un Corps qui eſt en repos, ne commencera jamais de lui-même à ſe mouvoir ; car puiſque toute matiére eſt douée de la force paſſive, par laquelle elle réſiſte au mouvement, elle ne peut ſe mouvoir d'elle-même ; pour que le mouvement ſe faſſe avec raiſon ſuffiſante, il faut donc une cauſe qui mette ce Corps en mouvement : ainſi, tout Corps en repos reſteroit éternellement en repos, ſi quelque cauſe ne le mettoit en mouvement, comme par exemple, lorſque je retire une Planche, ſur laquelle une pierre eſt poſée, ou que quelque Corps en mouvement communique ſon mouvement à un autre Corps, comme lorſqu'une bille de Billiard pouſſe une autre bille.

§. 228.

§. 228. Par le même principe de la raiſon ſuffiſante, un Corps en mouvement ne ceſſeroit jamais de ſe mouvoir, ſi quelque cauſe n'arrêtoit ſon mouvement, en conſumant ſa force ; car la matiére réſiſte également au mouvement & au repos par ſon inértie.

§. 229. La force active & la force paſſive des Corps, ſe modifie dans leur choq, ſelon de certaines Loix que l'on peut réduire à trois principales.

PREMIERE LOI.

Loix générales du mouvement.

Un Corps perſevére dans l'état où il ſe trouve, ſoit de repos, ſoit de mouvement, à moins que quelque cauſe ne le tire de ſon mouvement, ou de ſon repos.

SECONDE LOI.

Le changement qui arrive dans le mouvement d'un Corps, eſt toujours proportionel à la force motrice qui agit ſur lui ; & il ne peut arriver aucun changement dans la vîteſſe, & la direction du Corps en mouvement que par une force extérieure ; car ſans cela ce changement ſe feroit ſans raiſon ſuffiſante.

TROISIE'ME LOI.

La reaction eſt toujours égale à l'action ; car un

un Corps ne pourroit agir sur un autre Corps, si cet autre Corps ne lui resistoit : ainsi, l'action & la reaction sont toujours égales & opposées.

§. 230. On considére plusieurs choses dans le mouvement.

Ce qu'il faut considérer dans le mouvement.

1°. La force qui imprime le mouvement au Corps.

2°. Le tems pendant lequel le Corps se meut.

3°. L'Espace que le Corps parcourt.

4°. La vîtesse du mouvement, c'est-à-dire, le rapport de l'Espace que le Corps a parcouru, & du tems employé à le parcourir.

5°. La masse des Corps, selon laquelle ils résistent à la force qui veut leur imprimer, ou leur ôter le mouvement.

6°. La quantité du mouvement.

7°. La direction du mouvement, soit qu'il soit simple, soit qu'il soit composé.

8°. L'élasticité des Corps auxquels on imprime le mouvement.

9°. L'effet de la force des Corps en mouvement, ou la quantité d'obstacles qu'ils peuvent déranger en consumant leur force.

10°. Enfin, la façon dont le mouvement se communique.

§. 231. Il n'y a point de mouvement sans une force qui l'imprime.

La cause active qui imprime le mouvement au

1. De la force motrice.

au Corps, ou qui le sollicite à se mouvoir, s'appelle force motrice.

L'effet de cette force quand elle n'est pas détruite par une résistance invincible, est de faire parcourir au Corps un certain Espace, en un certain tems, dans un Espace qui ne résiste point sensiblement; & dans un Espace qui résiste, son effet est de lui faire surmonter une partie des obstacles qu'il rencontre

Cette cause, qui tire le mobile de l'état de repos, dans lequel il étoit, & qui lui fait parcourir un certain espace, & surmonter une certaine quantité d'obstacles, communique à ce Corps une force qu'il n'avoit pas, lorsqu'il étoit en repos, puisque par la premiere Loi; ce Corps, de lui-même, ne seroit jamais sorti de sa place.

§. 232. Par la même Loi, lorsqu'un Corps en mouvement cesse de se mouvoir, il faut nécessairement que quelque force égale, & opposée à la sienne, ait arrêté son mouvement, & consumé sa force.

§. 233. Toute cause efficiente est égale à son effet pleinement exécuté: ainsi, des forces égales produiront toujours en s'épuisant des effets égaux.

§. 234. On appelle *Obstacle*, tout ce qui s'oppose au mouvement d'un Corps, & qui consume

consume sa force en tout, ou en partie.

§. 235. Puisque par la première Loi du mouvement, un Corps de lui-même persévére toujours dans l'état où il se trouve; & que la force par laquelle un Corps se meut, ne peut se consumer en tout, ou en partie, qu'en surmontant des obstacles; un Corps qui seroit une fois en mouvement dans le vuide absolu, (s'il étoit possible,) continueroit à se mouvoir pendant toute l'éternité dans ce vuide, & y parcourroit à jamais des Espaces égaux en tems égaux, puisque dans le vuide aucun obstacle ne consumeroit la force de ce Corps en tout, ni en partie. Le mouvement seroit éternel dans le vuide.

§. 236. Tout mouvement contient donc un infini en tems, puisque tout mouvement pourroit durer éternellement dans le vuide; mais tout mouvement ne contient pas un infini en vîtesse; car un Corps qui se mouvroit éternellement dans le vuide, pourroit s'y mouvoir avec une vîtesse plus ou moins grande.

§. 237. L'Espace parcouru par un Corps, est la Ligne décrite par ce Corps, pendant son mouvement.

2. De l'Espace parcouru.

Si le Corps qui se meut, étoit un point, l'Espace parcouru ne seroit qu'une Ligne mathématique; mais comme il n'y a point de Corps qui ne soit étendu, l'Espace parcouru a toujours quelque largeur. Quand on mesure

le chemin d'un Corps, on ne fait attention qu'à sa longueur.

Planche 4. *Fig.* 18.

§. 238. Si le Corps A. parcourt l'Espace C. D. il s'écoulera une portion quelconque de tems, pendant qu'il ira de C en D. quelque petit que l'Espace C D. puisse être; car le moment où ce Corps sera en C. ne sera pas celui où il sera en D. un Corps ne pouvant être en deux lieux à la fois : ainsi, tout Espace parcouru, l'est en un tems quelconque.

3. Du tems pendant lequel le Corps se meut.

4. De la vîtesse du mobile.

§. 239. Outre l'Espace que le Corps en mouvement parcourt, la force qui le lui fait parcourir, & le tems qu'il y employe, on conçoit encore dans le mouvement une autre chose qu'on appelle *vîtesse* : on entend par ce mot, la propriété qu'a le mobile de parcourir un certain Espace, en un certain tems.

Planche 4. *Fig.* 18.

On connoît la vîtesse d'un Corps par l'Espace qu'il parcourt en un tems donné : ainsi, la vîtesse est d'autant plus grande que le mobile parcoure plus d'Espace en moins de tems; & par conséquent, si un Corps A. parcourt l'Espace C. D. en deux minutes, & que le Corps B. parcourre le même Espace en une minute, la vîtesse du Corps B. sera double de celle du Corps A.

Il n'y a point de mouvement sans une vîtesse déterminée.

Il n'y a point de mouvement sans une vîtesse quelconque, car tout Espace parcouru, est parcouru dans un certain tems; mais ce tems peut être plus ou moins long à l'infini; car l'Espace

l'Espace C D. que je suppose être d'un pied, peut être parcouru par le Corps A. en une heure, ou dans une minute qui est la 60. partie d'une heure, ou dans une seconde qui en est la 3600. partie, &c. Planche 4. *Fig.* 18.

§. 240. Le mouvement, c'est-à-dire, sa vîtesse, peut être uniforme, ou non uniforme, accelerée ou retardée, également ou inégalement accelerée & retardée.

§. 241. Le mouvement uniforme est celui qui fait parcourir au mobile des Espaces égaux en tems égaux: ainsi, dans le mouvement uniforme les Espaces parcourus sont comme les vîtesses du mobile, & comme les tems de son mouvement. Du mouvement uniforme.

§. 242. Dans un tems infiniment petit, on considére toujours le mouvement comme étant uniforme, c'est-à-dire, qu'à chaque instant infiniment petit, le mobile est supposé parcourir des Espaces égaux, soit que son mouvement dans un tems fini soit acceleré ou retardé, uniforme ou non uniforme.

§. 243. Il n'y a que dans un Espace qui ne feroit aucune résistance, dans lequel un mouvement parfaitement uniforme pût s'exécuter, de même qu'il n'y a que dans un tel Espace, dans lequel un mouvement perpétuel fût possible; car dans cet Espace il ne se pourroit rien

rencontrer qui pût accelerer ou retarder le mouvement des Corps.

Preuve de l'impossibilité du mouvement perpetuel méchanique.

§. 244. L'inégalité de tous les mouvemens que nous connoissons, est une démonstration contre le mouvement perpétuel méchanique, que tant de gens ont cherché : car cette inégalité ne vient que des pertes continuelles de force que font les Corps en mouvement, par la résistance des milieux dans lesquels ils se meuvent, le frottement de leurs parties, &c. Ainsi, afin qu'un mouvement perpétuel méchanique pût s'exécuter, il faudroit trouver un Corps qui fût exemt de frottement, ou qui eût reçû du Créateur une force infinie, puisqu'il faudroit que cette force lui fît surmonter des résistances à tout moment répétées ; & que cependant, elle ne s'épuisât jamais, ce qui est impossible.

Nous ne connoissons point de mouvement parfaitement égal.

§. 245. Quoi qu'à parler exactement, il n'y ait point de mouvement parfaitement uniforme, cependant lorsqu'un Corps se meut dans un Espace, qui ne résiste point sensiblement, & que ce Corps ne reçoit, ni accelération, ni retardement sensible dans son mouvement, on considére ce mouvement comme s'il étoit parfaitement uniforme.

Du mouvement non uniforme.

§. 246. Le mouvement non uniforme est celui qui reçoit quelque augmentation ou quelque

quelque diminution dans ſa vîteſſe.

§. 247. Un Corps a un mouvement acceleré, lorſque quelque nouvelle force agit ſur lui, & augmente ſa vîteſſe. Du mouvement acceleré.

§. 248. Le mouvement d'un Corps ne peut cependant être acceleré, que lorſque la nouvelle force qui agit ſur lui, agit en tout, ou en partie dans la direction dans laquelle le Corps ſe meut déja.

§. 249. Le mouvement d'un Corps eſt retardé, lorſque quelque force oppoſée à la ſienne lui ôte une partie de ſa vîteſſe. Du mouvement retardé.

§. 250. Le mouvement d'un Corps eſt également ou inégalement acceleré, ſelon que la nouvelle force qui agit ſur lui, y agit également ou inégalement en tems égal; & il eſt également ou inégalement retardé, ſelon que les pertes qu'il fait, ſont égales ou inégales en tems égaux.

§. 251. Quand le mouvement d'un Corps eſt également acceleré en tems égal, les vîteſſes de ce Corps croiſſent comme les tems de ſon mouvement.

§. 252. Il faut une plus grande quantité de force pour augmenter la vîteſſe d'un Corps Il faut plus de force pour acceler le mouve-

ment, que pour l'imprimer.

d'un degré que pour lui imprimer le premier degré de vîteſſe, lorſqu'il eſt en repos.

§. 253. Si le mouvement eſt uniforme, c'eſt-à-dire, ſi la vîteſſe du Corps demeure la même, l'Eſpace parcouru augmentera en même proportion que le tems du mouvement de ce Corps, (en faiſant abſtraction des obſtacles) de façon que ſi on multiplie la vîteſſe de ce Corps, par le tems de ſon mouvement, le produit ſera l'Eſpace parcouru : ſi l'Eſpace eſt diviſé par le tems, le produit marquera la vîteſſe, & ce même Eſpace diviſé par la vîteſſe, donnera le tems : ainſi, dans le mouvement uniforme quand on a deux de ces choſes, eſpace, tems, & vîteſſe, on aura néceſſairement la troiſiéme.

§. 254. Plus la vîteſſe d'un Corps eſt grande, plus il parcourt d'Eſpace dans un tems donné, & au contraire.

Dans le mouvement acceleré l'Eſpace parcouru eſt d'autant plus grand dans un tems donné, que la vîteſſe eſt plus augmentée ; & dans le mouvement retardé, l'Eſpace parcouru eſt d'autant moindre en un même tems, que la vîteſſe eſt plus diminuée ; car par la ſeconde Loi, les changemens qui arrivent dans le mouvement, ſont toujours proportionnels à la force qui les produit.

§. 255.

§. 255. Si on compare plusieurs Corps qui sont dans un mouvement uniforme, & qui ont des vîtesses égales, les Espaces parcourus seront comme les tems de leur mouvement. *De la comparaison du mouvement des Corps.*

Si les vîtesses sont inégales, & les tems égaux, les Espaces parcourus seront comme les vîtesses. Si les vîtesses & les tems sont inégaux, les Espaces seront en raison composée des raisons des vîtesses, & des tems, ou comme les produits du tems de chacun de ces Corps multiplié par sa vîtesse; & enfin, si les vîtesses & les Espaces sont inégaux, les tems seront en raison directe des Espaces, & en raison inverse des vîtesses; car il faut d'autant plus de tems à un Corps pour parcourir un Espace quelconque, que ce Corps a moins de vîtesse.

§. 256. On distingue les vîtesses, *en vîtesses absoluës, & vîtesses respectives.* *Ce que l'on entend par vîtesse absoluë & vîtesse respective.*

La vîtesse propre ou absoluë d'un Corps, est le rapport de l'Espace qu'il parcourt, & du tems pendant lequel il se meut.

La vîtesse respective, est la vîtesse avec laquelle deux Corps s'approchent ou s'éloignent l'un de l'autre d'un certain Espace dans un tems déterminé, quelques soient leurs vîtesses absoluës: ainsi, la vîtesse absoluë est quelque chose de positif; mais la vîtesse respective n'est qu'une simple comparaison que l'esprit fait de

deux Corps, selon qu'ils s'approchent, ou s'éloignent l'un de l'autre.

5. De la masse des Corps.

§. 257. Les Corps résistent également au mouvement & au repos; cette résistance étant une suite nécessaire de leur force d'inertie, elle est proportionnelle à leur quantité de matiére propre, puisque la force d'inertie appartient à chaque *minimum* de la matiére : un Corps résiste donc d'autant plus au mouvement qu'on veut lui imprimer, qu'il contient une plus grande quantité de matiére propre sous un même volume, c'est-à-dire, d'autant plus, qu'il a plus de masse, toutes choses d'ailleurs égales.

Ainsi, plus un Corps a de masse, moins il acquiert de vîtesse par la même pression, *& vice versâ*.

Les vîtesses des Corps qui reçoivent des pressions égales, sont donc en raison inverse de leur masse.

§. 258. Il est une fois plus facile d'imprimer une certaine vîtesse à un Corps, que d'imprimer au même Corps une vîtesse double de la premiere : ainsi, il faut une double pression pour imprimer au même Corps une vîtesse double; & il faut précisément la même pression pour donner à un Corps deux degrés de vîtesse, ou pour donner un degré de vîtesse à un autre Corps, dont la masse est double de celle du premier.

Ainsi

Ainſi, la preſſion qui fait mouvoir différens Corps avec une même vîteſſe, eſt toujours proportionnelle à la maſſe de ces Corps, toutes choſes égales d'ailleurs.

Le mouvement d'un Corps eſt d'autant plus difficile à arrêter, que ce Corps a plus de maſſe: ainſi, il faut la même force pour arrêter le mouvement d'un Corps, qui ſe meut avec une vîteſſe quelconque, & pour communiquer à ce même Corps le même dégré de vîteſſe qu'on lui a fait perdre.

De l'égalité de l'action, & de la reaction.

§. 259. Cette réſiſtance que tous les Corps oppoſent, lorſqu'on veut changer leur état préſent, eſt le fondement de la troiſiéme Loi du mouvement, par laquelle la réaction eſt toujours égale à l'action.

L'établiſſement de cette Loi étoit néceſſaire, afin que les Corps puſſent agir les uns ſur les autres; & que le mouvement étant une fois produit dans l'Univers, il pût être communiqué d'un Corps à un autre avec raiſon ſuffiſante.

Il ne peut y avoir d'action ſans réſiſtance.

Dans toute action, le Corps qui agit, & celui contre lequel il agit, luttent entr'eux, & ſans cette eſpéce de lutte, il ne peut point y avoir d'action; car je demande comment une force peut agir contre ce qui ne lui oppoſe aucune réſiſtance.

Quand je tire un Corps attaché à une corde, quelqu'aiſément que je le tire, la corde eſt tenduë

tenduë également des deux côtés, ce qui marque l'égalité de la réaction, & si cette corde n'étoit pas tenduë, je ne pourrois tirer ce Corps.

Objection contre l'égalité de l'action, & de la reaction.

Mais, dit-on, comment puis-je faire avancer ce Corps, si je suis tiré par lui avec une force égale à celle que j'employe pour le tirer? Ceux qui font cette objection, ne font pas attention que lorsque je tire ce Corps & que je le fais avancer, je n'employe pas toute ma force à vaincre la résistance qu'il m'oppose; mais lorsque je l'ai surmontée, il m'en reste encore une partie que j'employe à avancer moi-même; & ce Corps avance par la force que je lui ai communiquée, & que j'ai employée à surmonter sa résistance; ainsi, quoique les forces soient inégales, l'action & la réaction sont toujours égales.

Réponse.

La raison de cette égalité de l'action & de la réaction, est qu'un Corps ne sauroit employer un degré de force à surmonter la résistance d'un autre Corps, sans en perdre lui-même une quantité égale à celle qu'il y a employée; car ce Corps ne peut garder & employer sa force en même tems: or cette force qu'il employe à surmonter cette résistance, n'est pas perduë, mais le Corps qui résiste, l'acquiert.

Quand la masse de ce Corps a une certaine proportion à la masse du Corps qui l'a poussé, ce Corps avance sensiblement, & quand sa masse surpasse à certain point celle du Corps qui

qui agit sur lui, ce Corps avance infiniment peu; mais dans l'un & dans l'autre cas, la réaction est toujours égale à l'action, c'est-à-dire, que la diminution de la force dans le Corps qui agit, est toujours égale à la force qu'il a communiquée : ainsi, un Corps perd autant de son mouvement qu'il en communique; puisque le mouvement d'un Corps ne peut lui être ôté que par une force égale & opposée, & dans ces deux choses si différentes, la cessation du mouvement & sa communication, la réaction est toujours égale à l'action.

On a vû ci-dessus que la communication du mouvement se fait en raison des masses, ce qui est encore une preuve que l'action est égale à la résistance; car les Corps résistent en raison directe de leur masse.

§. 260. Les Corps réagissent par leur force d'inertie, & en réagissant, ils tendent à changer l'état du Corps qui les pousse, & auquel ils résistent, & ils acquerent dans cette réaction la force que le Corps qui agit sur eux, consume en y agissant, car ces Corps résistent en acquerant le mouvement : ainsi, la force que les Corps acquerent pour se mouvoir, ils l'acquerent en partie par leur force d'inertie, qui est le principe de leur réaction : de sorte qu'à parler proprement, toute la force de la matiére, soit qu'elle soit en repos, ou en mouvement, soit qu'elle communique le mouvement, soit qu'elle

le

le reçoive, toute ſon action, & ſa réaction, toute ſon impulſion, & ſa réſiſtance, n'eſt autre choſe que cette *vis inertiæ* en différentes circonſtances.

C'eſt l'égalité de l'action, & de la réaction, qui fait aller un Navire par des rames.

§. 261. Un Navire va par des rames, parce que les rames pouſſent l'eau vers le côté oppoſé, & l'eau réagit contre les rames, & les repouſſe avec le batteau auquel elles tiennent, & cela avec une force égale à celle avec laquelle les rames l'ont fenduë; ainſi, le Vaiſſeau va d'autant plus vîte qu'il y a plus de rames, que les rames ſont plus grandes, & qu'elles ſont remuées plus vîte, & plus fortement.

C'eſt par cet artifice qu'on ſe ſoutient dans l'eau en nageant, car les pieds & les mains ſervent alors de rames.

Il en eſt de même des oiſeaux. Quand ils volent, ils ſont dans l'air avec leurs aîles, ce que les hommes qui nagent, ſont dans l'eau avec leurs pieds, & leurs mains.

De la quantité du mouvement.

§. 262. Il y a encore une choſe à conſidérer dans le mouvement, c'eſt ſa quantité; car la quantité du mouvement dans un inſtant infiniment petit, eſt proportionnelle à la maſſe & à la vîteſſe du Corps mû, en ſorte que le même Corps a plus de mouvement quand il ſe meut plus vîte; & que de deux Corps dont la vîteſſe eſt égale, celui qui a le plus de maſſe, a le plus de mouvement: car le mouvement

imprimé

imprimé à un Corps quelconque, peut être conçû diviſé en autant de parties que ce Corps contient de parties de matiére propre, & la force motrice appartient à chacune de ces parties qui participent également au mouvement de ce Corps, en raiſon directe de leur grandeur: ainſi, le mouvement du tout, eſt le réſultat de toutes les parties, & par conſéquent, le mouvement eſt double dans un Corps dont la maſſe eſt double de celle d'un autre, lorſque ces Corps ſe meuvent avec la même vîteſſe.

Car ſuppoſé qu'un Corps A. qui a quatre de maſſe, & un Corps B. qui en a deux, ſe mouvent avec la même vîteſſe, ce Corps A. peut être coupé en deux parties égales, ſans que ſon mouvement ſoit arrêté; & alors chacune de ſes moitiés ſera égale au Corps B. & continuëra à ſe mouvoir avec la même vîteſſe qu'avoit ce Corps A. entier, avant qu'on l'eût coupé en deux. Ce Corps double avoit donc un mouvement double.

§. 263. Il n'y a point de mouvement ſans une détermination particuliére: ainſi, tout mobile qui ſe meut, tend vers quelque point. 7. De la détermination du mouvement.

Lorſqu'un Corps qui ſe meut, n'obéit qu'à une ſeule force qui le dirige vers un ſeul point, ce Corps ſe meut d'un mouvement ſimple. Du mouvement ſimple.

§. 264. Le mouvement compoſé, eſt celui dans lequel le mobile obéit à pluſieurs forces, qui Du mouvement compoſé.

qui le font tendre vers plusieurs Points à la fois.

Le mouvement simple est le seul que j'examine ici, je parlerai du mouvement composé dans le Chapitre suivant.

§. 265. Dans le mouvement simple, la Ligne droite tirée du mobile au point vers lequel il tend, représente la direction du mouvement de ce Corps, & si ce Corps se meut, il parcourra certainement cette Ligne.

Ainsi, tout Corps qui se meut d'un mouvement simple, décrit pendant qu'il se meut, une Ligne droite.

Nous ne connoissons à proprement parler, de mouvement simple, que celui des Corps qui tombent perpendiculairement vers le centre de la terre par la seule force de la gravité, à moins que les Corps ne se meuvent sur un plan immobile; car la gravité agissant également sur tous les Corps à chaque instant indivisible, son action se mêle à tous les momens, & de simples, elle les fait venir composés.

§. 266. La gravité ou la pésanteur, est aussi une des causes pour laquelle il ne pourroit y avoir de mouvement uniforme que dans le vuide absolu, ou sur un plan immobile; car cette force fait parcourir aux Corps des Espaces inégaux en tems égaux.

§. 267.

§. 267. Les Corps qui reçoivent ou qui communiquent le mouvement, peuvent être ou entiérement durs, c'eſt-à-dire, incapables de compreſſion, ou entiérement mols, c'eſt-à-dire, incapables de reſtitution après la compreſſion de leurs parties, ou enfin à reſſort, c'eſt-à-dire, capables de reprendre leur premiere forme après la compreſſion.

8. De l'élaſticité des Corps.

Ces derniers peuvent être encore à reſſort parfait, de ſorte qu'après la compreſſion, ils reprennent entiérement leur figure; ou à reſſort imparfait, c'eſt-à-dire, capables de la reprendre ſeulement en partie: nous ne connoiſſons point de Corps entiérement durs, ni entiérement mols, ni à reſſort parfait; car, comme dit M. de Fontenelle, *la nature ne ſouffre aucune préciſion.*

Mais pour rendre les raiſonnemens plus intelligibles, on ſuppoſe la préciſion la plus éxacte: ainſi, on ſuppoſe que tous les Corps à reſſort, ont un reſſort parfait.

On appelle *Corps durs*, ceux dont la figure ne s'altére point ſenſiblement par le choc; tels ſont, par exemple, les Diamans; & on nomme *mols*, les Corps qui par le choc prennent une nouvelle figure, qu'ils conſervent après le choc, comme la cire, l'argile, &c. Je parlerai dans la ſuite de cet ouvrage des Corps élaſtiques, & de la façon dont le mouvement ſe communique entr'eux.

§. 268.

9. De la force des Corps en mouvement.

§. 268. Lorſqu'un Corps en mouvement rencontre un obſtacle, il fait effort pour deranger cet obſtacle ; ſi cet effort eſt détruit par une réſiſtance invincible, la force de ce Corps eſt une *force morte*, c'eſt-à-dire, qu'elle ne produit aucun effet, mais qu'elle tend ſeulement à en produire un.

Si la réſiſtance n'eſt pas invincible, la force eſt alors *une force vive*, car elle produit un effet réel, & cet effet eſt ce qu'on appelle *l'effet de la force de ce Corps.*

La quantité de la force vive, ſe connoît par le nombre & la grandeur des obſtacles, que le Corps en mouvement peut déranger en épuiſant ſa force.

Il y a de grandes diſputes entre les Philoſophes, pour ſavoir ſi la force vive, & la force morte doivent être eſtimées différamment, & c'eſt de quoi je parlerai dans le Chapitre 21. de cet ouvrage.

10. De la communication du mouvement.

§. 269. Enfin, la derniere choſe qui me reſte à examiner dans le mouvement, c'eſt la façon dont il ſe communique ; car l'expérience nous apprend qu'un Corps en mouvement qui en rencontre un autre en repos, lui communique une partie de la force, qu'il avoit pour ſe mouvoir, & alors le Corps qui a été choqué, paſſe de l'état de repos dans lequel il étoit, à celui du mouvement, & il continuë à ſe mouvoir après le

le choc jusqu'à ce que quelque obstacle ait consumé sa force.

§. 270. La cause pour laquelle ce Corps continuë à se mouvoir après l'absence du moteur, est une suite de la force d'inertie de la matiére, force par laquelle les Corps restent dans l'état où ils sont, si quelque cause ne les en retire. Or, quand ma main jette une pierre, cette pierre & ma main commencent à se mouvoir ensemble; je retire ma main, & voilà une cause qui fait cesser son mouvement de ce côté, mais la pierre que je n'ai point retirée, continuë à se mouvoir, jusqu'à ce que la résistance de l'air lui ait fait perdre le mouvement de projectile, que je lui avois imprimé, ou que la gravité la fasse retomber vers la terre: ainsi, la continuation du mouvement de cette pierre, après l'absence de ma main, est l'effet de la force que je lui ai imprimée.

C'est par cette raison, que quand un Vaisseau va fort vîte, & qu'il est arrêté subitement, les choses qui sont dans ce Navire tendant à conserver le mouvement qu'elles ont acquis, en étant transportées avec lui, courroient risque d'être précipitées, si elles n'étoient pas retenuës.

Pourquoi le roulis d'un Vaisseau cause des vomissemens.

C'est par la même cause encore que le roulis que la mer cause au Vaisseau, & plus encore l'agitation d'une tempête rend les hommes malades, & les fait vomir, sur tout s'ils ne sont

pas accoutumés à la mer ; car les liqueurs qui ſont dans leur Corps ne reçoivent que peu à peu un mouvement *harmonique*, à celui du Vaiſſeau, & juſqu'à ce qu'elles l'ayent acquis, il s'y fait un trouble & une commotion, qui ſe manifeſte par des vomiſſemens, & d'autres maladies ; & il ſe paſſe alors dans le Corps des hommes la même choſe, à peu près, que nous voyons arriver dans un vaſe plein d'eau, que l'on tourne en rond ; car l'eau ne prend que peu à peu le mouvement du vaſe, & elle le garde encore quelque tems, quand ce mouvement eſt arrêté.

CHAPITRE

CHAPITRE XII.

Du Mouvement composé.

§. 271.

LE Mouvement composé est celui dans lequel le Corps obéit à la fois à plusieurs forces, qui lui impriment des directions différentes, & qui le font tendre en même tems vers divers points.

Définition du mouvement composé.

§. 272. Le mouvement d'un Corps, qui est poussé en même tems par deux forces, est différent selon que l'action de ces forces est dirigée.

1°. Si ces forces agissent dans la même direction, le mobile se meut plus vîte ; mais la direction de son mouvement n'étant point chan-

gée, ce Corps se meut d'un mouvement simple.

Des différences que les directions des forces, qui poussent un Corps, apportent dans son mouvement.

2°. Si ces deux forces sont égales & opposées l'une à l'autre, elles se détruisent mutuellement. Alors le Corps ne sort point de sa place, & il n'y a aucun mouvement produit.

3° Si les forces opposées sont inégales, elles ne se détruisent qu'en partie; & le mouvement qui en résulte, est l'effet du restant de ces deux forces.

4°. Si ces deux forces sont perpendiculaires l'une à l'autre, comme, par exemple, la force désignée par la Ligne AB. à la force active désignée par la Ligne AD. elles ne se détruiront ni ne s'accelereront : chacune agira sur le Corps comme s'il étoit en repos; alors le chemin du mobile sera changé, & ce Corps aura un mouvement composé du mouvement imprimé par ces deux forces.

Fig. 19. Planch. 4.

Il n'y a que dans le cas où les deux forces qui agissent sur le Corps, sont perpendiculaires l'une à l'autre, dans lequel chacune agisse sur lui comme si ce Corps étoit en repos.

5°. Enfin, si ces deux forces sont obliques l'une à l'autre, comme la force A F. à la force A E. ou bien comme la force A G. à la force A H. elles retarderont ou accelereront le mouvement l'une de l'autre, selon que l'obliquité des Lignes qui les représentent, sera dirigée, & elles auront outre cela une action perpendiculaire l'une à l'autre, selon laquelle elles n'accelereront ni ne retarderont le mouvement l'une de l'autre.

Planch. 4. *Fig.* 20. & 21.

§. 273

§. 273. Si le Corps A. eſt mû par une force quelconque dans la direction AB. & avec la vîteſſe déſignée par cette Ligne A B. & que ce Corps ſoit pouſſé en même tems par une autre force, qui lui imprime la direction & la vîteſſe AC. ce Corps étant mû par deux forces qui tendent en même tems à lui faire parcourir les deux Lignes AB. AC. il obéira à ces deux forces, *Fig.* 22. ſelon la quantité de leur action ſur lui; & ce Corps aura un mouvement dont la direction & la vîteſſe ſeront compoſées, de la vîteſſe & de la direction des deux forces qui agiſſent ſur lui.

§. 274. Pour déterminer quelle ligne un Corps qui eſt ainſi mû décrira dans ſon mouvement, imaginons que la ligne A C. & la ligne A B. ſoient diviſées dans les parties égales entr'elles *Fig.* 22. A, e, g, i, o, C. & A, F, H, K, M, B. & ſuppoſons que tandis que le mobile A. parcourt les diviſions de la ligne A C. cette ligne coule parallelement à elle-même le long de la ligne AB. enſorte que dans le même tems, pendant lequel le Corps A. parcourt ſur la ligne A C. l'eſpace A e, la ligne AC. parcourt ſur la ligne AB. l'eſpace AF; il eſt certain qu'au bout de ce premier moment, le mobile ſe trouvera au point E. De même ſi dans le ſecond inſtant, pendant lequel le mobile va de e. en g. ſur la ligne AC. cette ligne coule de F. en H. ſur la *Fig.* 22.

ligne AB. le mobile au bout de ce ſecond inſtant ſera en G. par la même raiſon il ſera en I. au bout du troiſiéme inſtant, puis en O. dans le quatriéme, puis enfin en D. dans le cinquiéme. Ainſi, ſi l'on tire les lignes CD. BD. paralleles à AB. & à AC. & qu'on acheve ainſi le parallelogramme ABCD. le Corps en obéiſſant aux deux forces AB. AC. qui agiſſent ſur lui en même tems, décrira la diagonale AD. de ce parallelogramme; car la force qui le pouſſe vers AB. fait ſur lui le même effet que le mouvement, par lequel j'ai ſuppoſé que la ligne AC. parcouroit la ligne AB.

Un Corps mû par deux forces, parcourt la diagonale d'un parallelogramme.

La quantité du tranſport du Corps vers la ligne BD. eſt donc l'effet de la force qui agit de A. vers B. & la quantité de ſon tranſport vers la ligne CD. eſt l'effet de celle qui agit de A. vers C. ainſi, ces forces ſe retrouvent encore diſtinctes dans leur effet compoſé.

§. 275. Le mobile parcourt cette diagonale AD. dans le même tems dans lequel il auroit parcouru les lignes AC. AB. ſéparement; car par la ſeule force dirigée vers AB. le Corps s'approchera de la ligne BD. dans le même tems, ſoit que la force vers AC. lui ſoit imprimée ou non; de même, il s'approchera de la ligne CD. dans le même tems par la force qui le dirige vers AC. ſoit que la force vers AB. lui ſoit imprimée, ſoit qu'elle ne le ſoit pas. Donc lorſque la ligne AC. que j'ai ſuppoſée couler ſur la ligne AB. ſera

Fig. 22

ſera arrivée en BD, le Corps A. qui parcourt cette ligne AC. ſera alors au point C. de cette ligne AC. mais le point C. & le point D. ſeront alors coïncidents; Ainſi, tout Corps qui eſt mû par deux puiſſances qui font entr'elles un angle quelconque, parcourt la diagonale du parallelogramme formé ſur les lignes, dont la longueur & la poſition repréſentent la direction & la vîteſſe de ces deux forces; & cette diagonale repréſente la vîteſſe du mouvement compoſé, & elle eſt le reſultat des mouvemens imprimés au mobile.

§. 276. Il ſuit de-là que le mouvement d'un Corps peut toujours ſe réſoudre en deux autres mouvemens, en faiſant que la ligne dans laquelle un Corps ſe meut, devienne la diagonale d'un parallelogramme dont les deux côtés, dans leur longueur & leur poſition, repréſenteront les directions & les vîteſſes des deux mouvemens, dans leſquels celui du Corps que l'on conſidére ſera reſolu.

§. 277. L'angle EAB. que les lignes AB. AE. qui marquent les directions des forces, font entre elles, s'appelle l'angle de direction. *Fig.* 23.

§. 278. La ligne parcourue par un Corps pouſſé en même tems par deux forces, eſt plus ou moins longue ſelon l'angle de direction des forces qui le pouſſent; car ſuppoſé que les li-

gnes AE. AB. soient égales dans les Figures
Fig. 24. 25. & 26. 24. 25. & 26. on voit aisément que la ligne AD. qui est le chemin que le mobile parcourt dans le même tems, n'est pas égale dans ces trois Figures.

§. 279. Plus l'angle de direction EAB. est aigu, comme dans la Fig. 24. plus la ligne AD. que le Corps parcourt est longue; & plus cet angle EAB. est obtus comme dans la Fig. 25. plus le chemin du mobile est court; car dans le premier cas la force qui pousse le Corps dans la ligne AE. & qu'on peut résoudre dans les lignes Af. & Ag. conspire avec la force qui pousse
Fig. 24. le Corps vers AB. & l'augmente de la quantité Ag. ou de son action perpendiculaire vers Af. & dans le second cas la force qui pousse le Corps
Fig. 25. vers AE. décomposée comme dans le cas précédent, s'oppose à la force vers AB. & la diminuë de la quantité Ag. Ainsi, dans le premier cas, le mobile doit parcourir plus d'espace, puisque sa vîtesse est augmentée, & par la raison contraire, il doit en parcourir moins dans le second; car le tems de son mouvement est supposé le même.

§. 280. Comme les deux côtés d'un triangle pris ensemble, sont toujours plus longs que le troisiéme (Euclide, Livre premier, Prop. 20.) le Corps A. va par un chemin plus court, lorsqu'il obéit, à la fois, à deux puissances quelconques,

ques, que s'il obéiſſoit ſucceſſivement à chacune d'elles en particulier.

§. 281. On voit par l'inſpection de la Fig. 24. que le chemin d'un mobile peut être la diagonale d'une infinité de parallelogrammes divers; car la ligne AD. eſt en même tems la diagonale des parallelogrammes AEBD. & AfDh. &c.

§. 282. Ainſi, un Corps peut parcourir la même ligne droite dans le même tems, ſoit qu'il ſoit pouſſé par pluſieurs forces, ou par une ſeule force; le Corps A. par exemple, parcourera également la ligne AD. dans un tems donné, s'il eſt pouſſé par une ſeule force dirigée vers AD. & qui lui imprime cette vîteſſe AD. ou par les deux forces AB. AE. qui lui impriment les vîteſſes déſignées par ces lignes AB. AE. & l'on peut également conſidérer le Corps qui parcourt la ligne AD. comme étant mû par ces deux différentes forces, ou par une ſeule qui leur ſoit égale; car la vîteſſe ou le mouvement vers AD. ne contient que la vîteſſe AB. dans la direction AB. & que la vîteſſe AE. dans la direction AE. Ainſi, l'effet eſt toujours le même, lorſque le mobile eſt pouſſé par trois ou quatre, ou une quantité quelconque de forces réünies, ou bien par une ſeule force qui lui imprime la même vîteſſe dans la même direction dans laquelle l'action de ces différentes forces ſe réüniroit; & l'on

Fig. 23.

l'on peut également considérer toutes ces forces comme étant réünies dans celle qui les représente, ou cette force unique, comme étant divisée dans les forces qui la composent.

De la résolution & de la composition du mouvement.

§. 283. Ces deux différentes façons de considérer le mouvement des Corps, s'appellent résolution & composition.

Utilité de cette méthode.

Cette méthode est d'un grand usage, & d'une grande utilité dans les Méchaniques, pour découvrir la quantité de l'action des Corps qui agissent obliquement les uns sur les autres.

Comment on connoît le chemin du mobile dans toutes les compositions du mouvement.

§. 284. On connoît le chemin d'un mobile mû par deux forces quelconques, lorsque l'on connoît la vîtesse que chacune de ces deux forces lui imprime, & l'angle que leurs directions font entr'elles; car ce chemin est le troisiéme côté d'un triangle dont on connoît les deux autres côtés, & l'angle compris.

§. 285. Par ce moyen on connoît le chemin d'un Corps qui obéït à un nombre quelconque de forces qui agissent sur lui à la fois; car lorsqu'on a déterminé le chemin que deux de ces forces font parcourir au mobile par la régle de la §. précédente, ce chemin devient le côté d'un nouveau triangle, dont la ligne qui représente la troisiéme force devient le second côté, & le chemin du mobile la base; en procédant ainsi jusqu'à la derniere force, on parviendra à connoître

connoître le chemin du mobile par l'action réunie de toutes les forces qui agiſſent ſur lui; car le Corps A. pouſſé par les deux forces E. & D. dans les directions, & avec les vîteſſes AB. AG. décrira la diagonale AH. pouſſé enſuite par la force C. dans la direction, & avec la vîteſſe AF. il parcourera la ligne AT. Enfin, la force M. lui fera décrire la ligne AL. en lui imprimant la direction & la vîteſſe AK. Ainſi, AL. eſt le chemin du mobile A. pouſſé en même tems par les forces E, D, C, M. *Fig.* 27.

§. 286. Un Corps peut éprouver pluſieurs mouvemens à la fois; car un Corps que l'on jette horiſontalement dans un batteau, par exemple, éprouve le mouvement de projectile qu'on lui communique, & celui que la peſanteur lui imprime à tout moment vers la Terre; il participe outre cela au mouvement du vaiſſeau dans lequel il eſt. La Riviere ſur laquelle eſt ce vaiſſeau s'écoule ſans ceſſe, & le Corps participe à ce mouvement. La Terre ſur laquelle coule cette Riviere, tourne ſur ſon axe en vingt-quatre heures; voilà encore un mouvement nouveau que le Corps partage: Enfin, la Terre a encore ſon mouvement annuel autour du Soleil, la révolution de ſes poles, le balancement de ſon équateur, &c. & le Corps que nous conſidérons participe à tous ces mouvemens; mais il n'y a que les deux premiers qui lui appartiennent, par rapport à ceux qui ſont tranſ-

portés

portés avec le Corps dans ce batteau; car tous les Corps qui ont un mouvement commun avec nous, ſont comme en repos par rapport à nous.

§. 287. Un Corps qui reçoit pluſieurs déterminations, demeure dans la derniere comme dans le dernier degré de vîteſſe, s'il eſt abandonné à lui-même, & qu'aucune force n'agiſſe davantage ſur lui; il conſerve cette détermination & cette vîteſſe, juſqu'à ce que la rencontre de quelque obſtacle lui faſſe perdre ſon mouvement, en conſumant ſa force, ou que quelque nouvelle puiſſance change ſa direction. Cet effet eſt une ſuite néceſſaire de la premiere Loi du mouvement, fondée ſur la force d'inertie de la matiére.

§. 288. Le mouvement compoſé, peut être uniformément ou non uniformément acceleré comme le mouvement ſimple.

Du mouvement en ligne courbe.

Si les deux forces qui pouſſent le Corps, ſont inégalement accelerées, ou bien ſi l'une eſt accelerée, tandis que l'autre eſt uniforme, la ligne décrite par le Corps en mouvement, ne ſera plus une ligne droite, mais une ligne courbe dont la courbure ſera différente, ſelon la combinaiſon des inégalités des forces qui la font décrire; car ce Corps obéira à chacune des forces qui le pouſſent, ſelon la quantité de ſon action ſur lui (2e. Loi §. 229.) Ainſi, par exemple, s'il

s'il y a une des forces qui renouvelle son action à chaque instant, tandis que l'action de l'autre force reste la même, le chemin du mobile sera changé à tout moment ; & c'est de cette façon que tous les Corps que l'on jette retombent vers la terre (Chap. 19.)

§. 289. Tout mouvement en ligne courbe est nécessairement un mouvement composé du mouvement qui fait aller le Corps en ligne droite, & du mouvement qui l'en retire ; car décrire une ligne courbe, c'est changer à tout moment de direction.

Le mouvement en ligne courbe, est toujours un mouvement composé.

§. 290. Le mouvement se fait toujours en ligne droite ; car bien qu'un Corps mû par deux forces qui lui impriment des vîtesses inégalement accelerées, décrive une ligne courbe ; cependant le mouvement partial de ce Corps est toujours en ligne droite, & son mouvement total n'est en ligne courbe, que parce que les points vers lesquels le mobile est dirigé, changent à chaque moment, & que la petitesse des droites que ce mobile parcourt à chaque instant, nous empêchant de les distinguer chacune en particulier, tout cet assemblage de lignes droites infiniment petites & inclinées les unes aux autres, nous paroît une seule ligne courbe ; mais chacune de ces petites droites représente la direction du mouvement à chaque instant infiniment petit, & elle est la diagonale

Le mouvement est toujours en ligne droite dans un instant infiniment petit.

diagonale d'un parallelogramme formé sur la direction des forces actuelles qui agissent sur ce Corps : ainsi, le mouvement est toujours en ligne droite à chaque instant infiniment petit, de même qu'il est toujours uniforme.

§. 291. Si la force accelerative cessoit tout d'un coup d'agir, le Corps continueroit à se mouvoir dans la ligne droite dans laquelle il se trouveroit dirigé dans cet instant; car tout Corps qui se meut continue à se mouvoir dans une ligne droite, & avec des vîtesses égales lorsque rien ne l'empêche selon la premiere Loi du mouvement (§. 229.) c'est en suivant cette Loi que tout Corps qui se meut en rond, tend à s'échapper par sa tangente; & c'est ce qu'on appelle *la force centrifuge*.

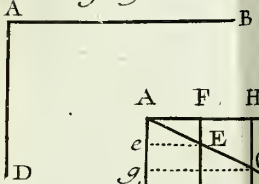
§. 292. Il y a encore une autre sorte de mouvement circulaire, c'est le mouvement relatif d'un Corps qui tourne sur lui-même, comme la terre, par exemple, dans son mouvement journalier: ce sont alors les parties de ce Corps qui tendent à décrire les droites infiniment petites dont je viens de parler (§. 290.)

On peut définir cette sorte de mouvement circulaire, *un mouvement dans lequel les parties changent de place, quoique le tout n'en change point*.

CHAP.

Fig. 18 Figures du chapitre douze.

Fig. 19



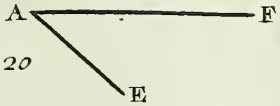
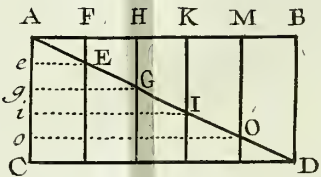


Fig. 20

Fig. 22



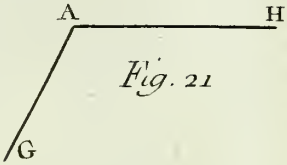
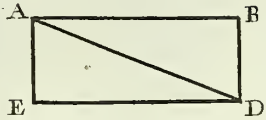


Fig. 21

Fig. 26



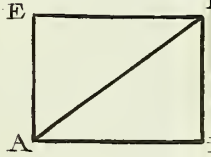


Fig. 23

Fig. 25

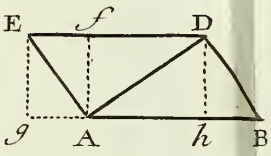
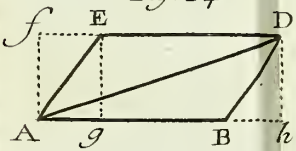


Fig. 24



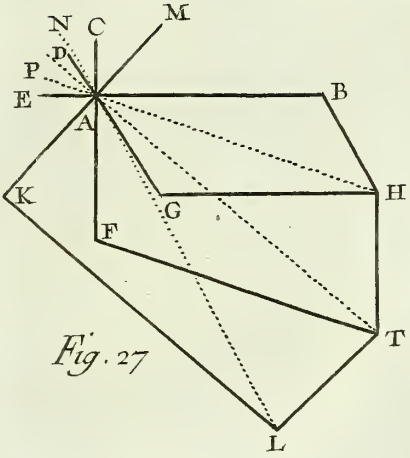


Fig. 27

Planche 4.

CHAPITRE XIII.

De la Pesanteur.

§. 293.

ON appelle Pesanteur la force par laquelle tout Corps étant abandonné à lui-même, tombe vers la surface de la terre. Définition de la Pesanteur.

§. 294. Cette même force qui fait tomber les Corps, lorsqu'ils ne sont soutenus par rien, leur fait presser les obstacles qui les retiennent, & qui les empêchent de tomber : ainsi, une pierre pése sur la main qui la soutient, & tombe selon une ligne perpendiculaire à l'horison, si cette main vient à l'abandonner.

§. 295.

La gravité produit une force morte, ou une force vive, selon les circonſtances dans leſquelles elle agit.

§. 295. La force qui anime les Corps à tomber, fait donc naître dans les Corps une force morte ou une force vive, ſelon les circonſtances dans leſquelles elle agit.

§. 296. Quand les Corps ſont retenus par un obſtacle invincible, la gravité qui leur fait preſſer cet obſtacle, produit alors une force morte; car elle ne produit aucun effet.

§. 297. Mais quand rien ne retient le Corps, alors la gravité produit une force vive dans ces Corps, puiſqu'elle les fait tomber vers la ſurface de la terre.

§. 298. On s'eſt apperçu dans tous les tems, que de certains Corps tomboient vers la terre, lorſque rien ne les ſoutenoit, & qu'ils preſſoient la main qui les empêchoit de tomber; mais comme il y en a quelques-uns dont le poids paroît inſenſible, & qui remontent, ſoit ſur la ſurface de l'eau, ſoit ſur celle de l'air, comme la plume, le bois très-léger, la flame, les éxhalaiſons, &c. tandis que d'autres vont au fonds comme les pierres, la terre, les métaux, &c.

Opinion d'Ariſtote ſur la peſanteur.

Ariſtote, le pere de la Philoſophie & de l'erreur, avoit imaginé deux appétits dans les Corps. Les Corps peſans avoient, ſelon lui, un appétit pour arriver au centre de la terre (qu'il croyoit être celui de l'Univers), & les Corps légers avoient

avoient un appétit tout contraire qui les éloignoit de ce centre, & qui les portoit en enhaut.

Mais on reconnut bien-tôt combien ces appétits des Corps étoient chimériques; & la légereté positive fut une des erreurs d'Aristote, dont on se désabusa le plûtôt.

§. 299. La pesanteur étant reconnue appartenir à tous les Corps sensibles, & la légereté positive étant bannie, c'étoit déja beaucoup, puisque c'étoit une erreur de moins; mais il restoit encore bien des vérités à découvrir sur cette propriété des Corps; & sur ses effets.

La pesanteur appartient à tous les Corps.

§. 300. Aristote, c'est-à-dire, tout le monde, (car avant Galilée on ne connoissoit gueres d'autre preuve de vérité que l'autorité d'Aristote) Aristote, dis-je, croyoit que les différens Corps tomboient dans le même milieu avec des vîtesses proportionnelles à leur masse; mais Galilée combattit cette erreur, & osa assûrer, malgré l'autorité d'Aristote, que la résistance des milieux dans lesquels les Corps tombent, étoit la seule cause des différences qui se trouvent dans le tems de leur chute vers la terre; & que dans un milieu qui ne résisteroit point du tout, tous les Corps de quelque nature qu'ils fussent, tomberoient également vîte: *Che se si levasse totalmente la resistenza del mezzo, tutte le materie descenderebbero con eguali velocita.*

Erreur d'Aristote sur la vîtesse des Corps qui tombent.

Galilée combattit cette erreur.

Expérience qui fit penser à Galilée que tous les Corps tomberoient en même tems sans la réſiſtance du milieu.

§. 301. Les différences que Galilée trouva dans le tems de la chute de pluſieurs mobiles, qu'il fit tomber dans l'air de la hauteur de 100. coudées, le porta à cette aſſertion, parce qu'il trouva que ces différences étoient trop peu conſidérables pour être attribuées aux différens poids des Corps.

Ayant de plus fait tomber les mêmes mobiles dans l'eau & dans l'air, il trouva que les différences de leur chute reſpective dans les différens milieux, répondoient, à peu près, à la denſité de ces milieux, & non à la maſſe des Corps: donc, conclut Galilée, la réſiſtance des milieux, & la grandeur & la ſcabroſité de la ſurface des différens Corps, ſont les ſeules cauſes qui rendent la chute des uns plus prompte que celle des autres.

Lucrece avoit deviné cette vérité.

Lucrece, lui même, tout mauvais Phyſicien qu'il étoit d'ailleurs, avoit entrevû cette vérité, & l'a exprimée dans le ſecond Livre par ces deux vers.

Omnia qua propter debent per inane quietum
Aeque ponderibus non aquis concita ferri.

Expérience qui fit ſoupçonner à Gali-

§. 302. Une vérité découverte en améne preſque toujours une autre : Galilée ayant encore remarqué que les vîteſſes des mêmes mobiles étoient

étoient plus grandes dans le même milieu, quand ils y tomboient d'une hauteur plus grande, il en conclut que puisque le poids du corps, & la densité du milieu restant les mêmes, la différente hauteur apportoit des changemens dans les vîtesses acquises en tombant, il falloit que les corps eussent naturellement un mouvement acceleré vers le centre de la terre : Voici comme il s'exprime, Dialog. premier : *Dico per tanto che un corpo grave ha da natura intrinseco principio di muoversi verso 'l comun centro de i gravi cioe del nostro globo terrestre, con movimento continuamente accelerato.*

Idée que les Corps avoient en tombant un mouvement acceleré vers la terre.

pag. 161

Ce fut cette observation qui porta Galilée à rechercher les Loix que suivroit un corps qui tomberoit vers la terre d'un mouvement également acceleré.

§. 303. Il supposa donc que la cause (quelle qu'elle soit) qui fait la pesanteur, agit également à chaque instant indivisible, & qu'elle imprime aux corps qu'elle fait tomber vers la terre, un mouvement également acceleré en tems égal : en sorte que les vîtesses qu'ils acquerent en tombant, sont comme les tems de leur chute.

C'est de cette seule supposition si simple, & si conforme au génie de la nature, que ce grand Philosophe a tiré toute la théorie de la chute des corps dont je vais rendre compte : Théorie qui est à présent adoptée par tous les Philoso-

phes, & dont chaque expérience eſt devenue une démonſtration.

Démonſtrations qui naiſſent de cette ſuppoſition.

Planch. 5. Fig. 28.

§. 304. L'Eſpace parcouru dans une ſeconde par un corps qui tombe vers la terre par la force de la gravité, peut être repréſenté par l'aire du triangle ABC. comme je le démontrerai par la ſuite. Suppoſé donc que cet Eſpace ABC. ſoit parcouru par le corps A. d'un mouvement également acceleré, pendant le tems repréſenté par la ligne AB. lequel tems j'ai ſuppoſé d'une ſeconde, & que la ligne BC. repréſente la ſomme des vîteſſes acquiſes à la fin de cette ſeconde. Si la force, quelle qu'elle ſoit, qui accélére le corps vers la terre, ceſſoit d'agir, lorſque le corps eſt arrivé au point B. il eſt certain que ce corps, par la force d'inertie, continueroit à ſe mouvoir d'un mouvement uniforme avec la vîteſſe BC. acquiſe au point B. (2e. Loi §. 229.) Or dans le mouvement uniforme, l'Eſpace parcouru eſt le produit de la vîteſſe & du tems. (§. 241.) Donc l'eſpace que le mobile A. parcourroit d'un mouvement uniforme pendant le même tems d'une ſeconde, & avec la vîteſſe BC. ſeroit le parallelogramme BCDE. formé par la ligne BD. = AB. qui repréſente le tems, & par la ligne BC. qui repréſente la vîteſſe; mais ce parallelogramme eſt double du triangle ABC. que j'ai ſuppoſé être parcouru par le corps d'un mouvement acceléré pendant le même tems AB. car ce triangle & ce parallelogramme ont même

me baſe & même hauteur (Euclide, Liv. premier, Prop. 41.) Donc ſi la cauſe accélératrice venoit à ceſſer, l'eſpace que le corps parcourroit d'un mouvement uniforme, avec la ſomme des vîteſſes acquiſes par l'accélération, ſeroit double, en tems égal, de l'eſpace que ce corps auroit parcouru par un mouvement accéleré en acquerant cette même vîteſſe.

§. 305. Le corps A. parcourera donc dans le ſecond inſtant, par la ſeule vîteſſe acquiſe au point B. & indépendamment de l'effet actuel de ſa peſanteur, l'eſpace BCDE. double de l'eſpace ABC. parcouru dans le premier inſtant ; mais la cauſe qui fait tomber ce corps étant ſuppoſée agir également à chaque inſtant indiviſible, ce corps dans la deuxiéme ſeconde acquerera un ſecond degré de vîteſſe égale à celui qui lui a fait parcourir l'eſpace ABC. dans la premiere ; il parcourera donc pendant la deuxiéme ſeconde un eſpace triple de l'eſpace parcouru dans la premiere ; ſçavoir, l'eſpace BCDE. double de l'eſpace ABC. par un mouvement uniforme, & l'eſpace CEF.=ABC. par l'accélération imprimée par la gravité dans la deuxiéme ſeconde. *Fig.* 29.

§. 306. Ce corps, par la même raiſon, parcourera dans le troiſiéme inſtant un eſpace quintuple du premier, & un eſpace ſeptuple dans le quatriéme, & ainſi de ſuite ; & par conſequent les eſpaces que ce corps parcourera en tombant

Fig. 29. bant pendant les tems égaux & consécutifs 1. 2. 3. 4. &c. seront comme les nombres impairs 1. 3. 5. 7. &c. & c'est ce qu'il est aisé de voir par la seule inspection de la Figure 29.

§. 307. Mais ces nombres impairs dont la progression représente les espaces inégaux parcourus par le mobile d'un mouvement uniformément accéléré en tems égal, étant ajoutés les uns aux autres à la fin de chacun de ces tems, forment la suite naturelle des nombres quarrés 1. 4. 9. 16. dont les nombres 1. 2. 3. 4. qui représentent les tems & les vîtesses, se trouvent être les racines; car $1 \times 1 = 1$. $2 \times 2 = 4$. $3 \times 3 = 9$. & $4 \times 4 = 16$. &c. les espaces que les corps parcourent en tombant vers la terre, doivent donc être comme le quarré des tems de leur chute, & des vîtesses acquises en tombant, s'ils y tombent d'un mouvement uniformément accéléré, comme l'avoit supposé Galilée.

On doit trouver toujours la même proportion entre l'espace & le tems, depuis le premier moment de la chute, jusqu'à la fin d'un tems quelconque: Ainsi, le corps au bout du cinquiéme instant, par exemple, aura parcouru un espace 25. au bout du septiéme un espace 49. & ainsi de suite.

§. 308. Quant à ce que j'ai supposé (§. 304.) que l'espace parcouru par le corps A. d'un mouvement accéléré pendant la premiere seconde, pouvoit

pouvoit être représenté par l'aire du triangle ABC. il est aisé d'en montrer la vérité. *Fig.* 30.

Car on vous a fait voir dans la Géométrie, que lorsque l'on érige sur une ligne droite AB. plusieurs autres lignes droites, comme DE. BC. ensorte que AD. soit à DE. comme AB. est à BC. les extrémités C. & E. de ces lignes sont dans une même ligne droite AC. & que la Figure est un triangle, parce qu'il n'y a que le triangle auquel la propriété d'avoir ses côtés proportionnels, convienne. Planch. 5. *Fig.* 30.

Or, nous avons vû (§. 303.) que dans la théorie de Galilée les tems sont comme les vîtesses, c'est-à-dire, que le tems qu'il a fallu au mobile pour acquérir une vîtesse quelconque, est au tems qu'il lui a fallu pour acquérir une autre vîtesse, comme la premiere vîtesse est à la seconde: ainsi, en exprimant le tems des chutes par les lignes AD. DB. il faudra représenter les vîtesses respectives, acquises pendant ces tems par les lignes DE. BC. d'où le triangle ABC. résultera par la proposition de Géométrie que je viens de vous citer. Or ce triangle ABC. représente l'espace parcouru par le mobile dans sa chute pendant le tems AB. car vous avez vû dans le chap. 11. (§. 241.) que dans le mouvement uniforme l'espace parcouru est le produit de la vîtesse & du tems: vous avez vû aussi dans le même chapitre (§. 242.) que dans un instant infiniment petit le mouvement est toujours uniforme. Donc l'espace parcouru dans

le premier instant infiniment petit, sera un parallelogramme infiniment petit formé par la ligne qui représente le tems, & par celle qui représentera la vîtesse : or le triangle entier ABC. peut être considéré comme étant divisé en parallelogrammes infiniment petits, la somme desquels formera le triangle ABC. par la proposition citée. Donc l'aire de ce triangle peut représenter l'espace parcouru par le mobile dans un tems fini quelconque de sa chute, comme je l'ai supposé dans la (§. 304.)

§. 309. Il est très-possible que les corps en tombant parcourent un très-petit espace sans accélérer leur mouvement, par la raison qu'il faut du tems pour produire tous les effets naturels ; mais si cela est ainsi, il est impossible que nous nous en appercevions, à cause de la petitesse extrême de cet espace ; ainsi, cela ne change rien aux démonstrations ci-dessus.

Expérience que fit Galilée, & dans laquelle il trouva que les corps en tombant vers la terre par leur seule pesanteur, par-

§. 310. Galilée ayant démontré ce qui doit arriver à un mobile qui tomberoit vers la terre par un mouvement également accéléré, chercha à s'assurer par l'expérience que la nature suit réellement cette proportion, dans la chute des graves. Il imagina, pour y parvenir, une expérience très-ingénieuse. Il fit un grand tuyau de bois haut de douze coudées, & large environ d'un pouce, au dedans duquel il colla un parchemin

parchemin très-léger, afin qu'il fût uni autant qu'il le pouvoit être ; & ayant élevé le bout supérieur de ce canal sur un plan horisontal de la hauteur d'une, de deux, & successivement de plusieurs coudées, en sorte que ce canal devenoit un plan incliné, il laissa tomber une petite boule de cuivre parfaitement ronde, & parfaitement polie le long de ce canal, & la faisant tomber successivement de la longueur entiere, ou du quart, ou de la moitié de ce canal, il trouva toujours dans ses expériences, qu'il assure avoir répétées jusqu'à cent fois, que les tems de la chute étoient en raison sous-double des espaces parcourus ; or, en faisant un plan incliné de ce canal dans lequel la boule tomboit, Galilée rallentissoit le mouvement du mobile, & en rendoit, par ce moyen, la vîtesse discernable, ce qui n'eût pas été possible dans une chute perpendiculaire aussi courte ; car les corps tombent plus lentement par un plan incliné, que par un plan perpendiculaire, & ils suivent les mêmes loix dans l'une & l'autre de ces chutes (§. 425. & 428.) ainsi, il lui étoit aisé de sçavoir par ce moyen quel espace la pesanteur faisoit parcourir au mobile pendant un certain tems, & il mesura ce tems par la quantité d'eau qui s'étoit écoulée d'un vase pendant que le corps parcouroit ces différens espaces.

courent des espaces qui sont entre eux, comme les quarrés des tems.

§. 311. Riccioli & Grimaldo, chercherent, comme Expérien-

ce de Riccioli & de Grimaldo, qui confirme celle de Galilée.

comme avoit fait Galilée, à s'assurer de cette vérité par l'expérience. Ils firent tomber des mobiles du haut de plusieurs tours différemment élevées, & ils mesurerent le tems de la chute de ces corps de ces différentes hauteurs par les vibrations d'un pendule, de la justesse duquel Grimaldo s'étoit assuré en comptant le nombre de ses vibrations depuis un passage de la queue du Lion par le Méridien jusqu'à l'autre.

Ces deux savans Jesuites trouverent par le résultat de leurs expériences, que ces différentes hauteurs étoient éxactement comme les quarrés des tems des chutes.

Les oscillations des pendules confirment cette découverte.

§. 312. Les tems des oscillations des pendules qui sont toujours en raison sous-doublée de leurs différentes longueurs, sont encore une démonstration de cette vérité; car la pesanteur est la seule cause de ces oscillations.

La vérité de cette découverte de Galilée, est unanimément reconnue.

§. 313. Ainsi, cette découverte de Galilée est devenue, par les expériences, le fait de Physique dont on est le plus assuré; & tous les Philosophes, malgré la diversité de leurs opinions sur presque tout le reste, conviennent aujourd'hui que les corps en tombant vers la terre, parcourent des espaces qui sont comme les quarrés des tems de leur chute, ou comme les quarrés de vîtesses acquises en tombant.

§. 314.

§. 314. Le Pere Sebaſtien, ce Géometre des ſens, avoit imaginé une Machine compoſée de quatre paraboles égales qui ſe coupoient à leur ſommet; & au moyen de cette Machine, dont on trouve la deſcription & la figure dans les Mémoires de l'Académie des Sciences A. 1699. il démontroit aux yeux du corps, du témoignage deſquels les yeux de l'eſprit ont preſque toujours beſoin, que la chute des corps vers la terre, s'opére ſelon la progreſſion découverte par Galilée.

Machine du P. Sebaſtien, qui démontre aux yeux cette découverte de Galilée.

§. 315. Il eſt donc bien certain depuis cette découverte :

Vérités qui naiſſent de la découverte de Galilée.

1°. Que la force qui fait tomber les corps, eſt toujours uniforme, & qu'elle agit également ſur eux à chaque inſtant.

2°. Que les corps tombent vers la terre d'un mouvement uniformément accéléré.

3°. Que leurs vîteſſes ſont comme les tems de leur mouvement.

4°. Que les eſpaces qu'ils parcourent ſont comme les quarrés des tems ou comme le quarré des vîteſſes; & que par conſéquent les vîteſſes & les tems ſont en raiſon ſous-double des eſpaces.

5°. Que l'eſpace que le corps parcourt en tombant pendant un tems quelconque, eſt ſous double de celui qu'il parcoureroit pendant le même tems d'un mouvement uniforme, avec la ſomme des vîteſſes acquiſes; & que par conſéquent

séquent cet espace est égal à celui que le corps parcoureroit d'un mouvement uniforme avec la moitié de ces vîtesses, &c.

La gravité est ce qui fait péser les corps.

6°. Que la force, qui fait tomber les corps vers la terre, est la seule cause de leur poids; car puisqu'elle agit à chaque instant, elle doit agir sur les corps, soit qu'ils soient en repos, soit qu'ils soient en mouvement; & c'est par les efforts que les corps font sans cesse pour obéir à cette force qu'ils pésent sur les obstacles qui les retiennent.

Elle agit également sur les corps en mouvement, & sur les corps en repos.

§. 316. La gravité agit également sur les corps à chaque instant, soit qu'ils soient en repos, soit qu'ils soient en mouvement; & la vîtesse qu'elle leur imprime, est égale en tems égal, quelle que soit la vîtesse qu'ils ont déja acquis. (§. 315. *num.* 3°.)

Les corps commencent à tomber avec une vîtesse infiniment petite.

§. 317. La gravité agissant également à chaque instant sur les corps, soit qu'ils soient en repos, soit qu'ils soient en mouvement, les corps commencent à tomber avec la vîtesse infiniment petite, avec laquelle ils tendoient à tomber vers la terre, avant que l'obstacle, qui les retenoit, fût enlevé; ainsi, M. Mariotte s'est trompé dans la onziéme Proposition de la seconde Partie de son Traité de la Percussion, lorsqu'il conclut d'une expérience qu'il y rapporte, que la vîtesse avec laquelle les corps commencent à tomber, n'est pas infiniment petite; car si cette vîtesse n'étoit

n'étoit pas incomparablement plus petite que toute vîteſſe finie, la vîteſſe d'un corps qui tombe, devroit être infiniment grande dans un tems fini; mais un corps en tombant n'acquiert pas une vîteſſe infinie dans un tems fini: donc, &c.

§. 318. Si la direction d'un corps qui eſt tombé d'une hauteur quelconque, venoit à être changée, ſans que ſa vîteſſe fût alterée, en ſorte que ce corps, au lieu de continuer à deſcendre, vînt à remonter, il auroit en remontant un mouvement uniformément retardé; car ce corps étant tombé de A. en E. en deux ſecondes, par exemple, doit conſerver par ſa force d'inertie la vîteſſe acquiſe en E. à moins que quelque cauſe ne vienne à la lui ôter. Or par cette vîteſſe acquiſe en E. le corps parcoureroit d'un mouvement uniforme en deux ſecondes l'eſpace ED. double de l'eſpace AE. parcouru d'un mouvement accéléré en tombant. Mais la gravité agiſſant également ſur les corps, ſoit qu'ils ſoient en repos, ſoit qu'ils ſoient en mouvement, ſoit qu'ils montent, ſoit qu'ils deſcendent (§. 315. *num.* 1°.) ce corps aura en remontant un mouvement compoſé du mouvement uniforme, qu'il auroit eu indépendamment de l'action actuelle de la gravité, & du mouvement que la gravité lui imprime à chaque inſtant; mais ce mouvement imprimé par la gravité qui accéléroit le mouvement de ce corps lorſqu'il deſcendoit, doit *Fig. 31.*

doit le retarder lorſqu'il remonte, puiſque l'action de la gravité eſt toujours dirigée ici bas vers la terre, dont ce corps s'éloigne en remontant : ce corps aura donc en remontant un mouvement également retardé en tems égal; ainſi, dans la premiere ſeconde, dans laquelle le corps d'un mouvement uniforme auroit parcouru en remontant l'eſpace AE. avec la vîteſſe acquiſe en E. (§. 315. *num.* 5°.) n'arrivera qu'en C. car la gravité lui ôte en remontant tout ce qu'elle lui avoit donné dans la premiere ſeconde en deſcendant : de même lorſque ce corps eſt arrivé en C, ſi la gravité ceſſoit d'agir ſur lui, & de le retirer en enbas, il parcoureroit en remontant dans la deuxiéme ſeconde, l'eſpace CF. double de l'eſpace AC. car la vîteſſe qui lui a fait parcourir en deſcendant l'eſpace AC. eſt la ſeule qui lui reſte alors; mais la gravité agiſſant toujours également, ce corps n'arrivera qu'en A. dans cette deuxiéme ſeconde ; la gravité diminuera ſa vîteſſe dans la même raiſon qu'elle l'avoit augmentée en tombant ; & par conſéquent l'eſpace total que ce corps parcourera en remontant pendant les deux ſecondes, ſera égal à celui qu'il avoit parcouru en deſcendant.

Les corps en tombant d'une hauteur quelconque, acquerent la force néceſſaire pour remonter à la même hauteur.

§. 319. Il ſuit de-là :

1°. Qu'un corps en tombant acquiert par l'action de la gravité des vîteſſes capables de

le

le faire remonter en tems égal, malgré les efforts de la gravité, qui le retire sans cesse en en-bas à la même hauteur d'où il est tombé, supposé que quelque chose change sa direction, sans alterer sa vîtesse; & c'est ce qui se voit dans les oscillations des pendules. (§. 445.)

2°. Que le corps en remontant parcourera des espaces qui seront en raison inverse de ceux qu'il a parcourus en descendant: en sorte que les espaces parcourus en descendant pendant les tems 1. 2. 3. &c. étant 1. 3. 5. &c. les espaces parcourus, en remontant pendant les mêmes tems seront 5. 3. & 1. Car dans le premier cas, la vîtesse du corps augmente à chaque instant, au lieu que dans le second, chaque instant la diminue; ainsi, la gravité retarde le mouvement des corps qui remontent dans la même proportion dans laquelle elle accelere celui des corps qui descendent.

Et enfin 3°. Qu'un corps que l'on jette en en-haut, monte jusqu'à ce que la gravité lui ait fait perdre tout le mouvement qui lui avoit été imprimé pour monter; & que par conséquent ce corps remontera à la même hauteur de laquelle il acquerreroit en tombant par la force de la gravité, une vîtesse égale à celle qui lui a été communiquée pour remonter.

§. 320. Ainſi, les hauteurs auſquelles les corps peuvent remonter par la vîteſſe acquiſe en tombant, ſont toujours comme le quarré de leurs vîteſſes ; & deux corps qui remonteroient avec des vîteſſes inégales, remonteroient à des hauteurs qui ſeroient entr'elles comme les quarrés de ces mêmes vîteſſes.

CHAP.

Fig. 28

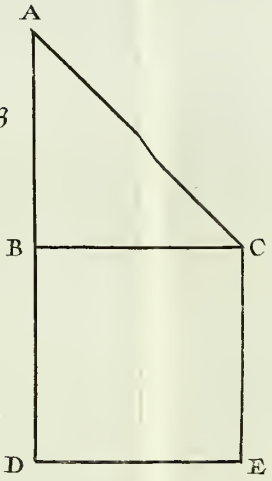


Fig. 29

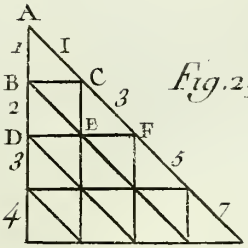


Fig. 31

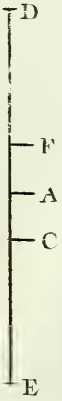
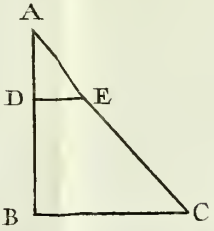
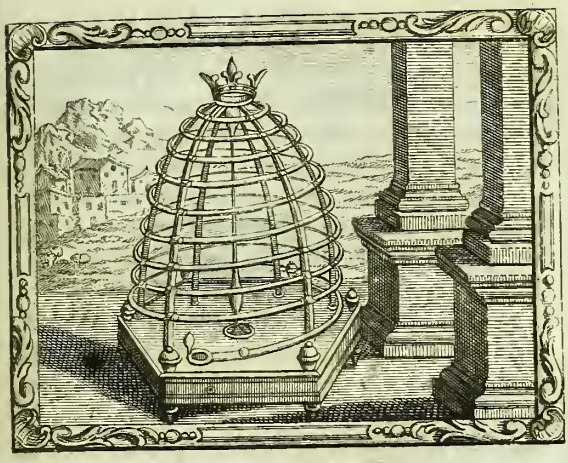


Fig 30





CHAPITRE XIV.

Suite des Phenomenes de la Peſanteur.

§. 321.

ON a vû dans le Chapitre précédent que Galilée aſſuroit que les différens corps tomberoient également vîte vers la terre, dans un milieu qui ne reſiſteroit point ; mais il avoit, pour ainſi dire, deviné cette vérité plûtôt qu'il ne l'avoit prouvée ; car bien que les raiſons ſur leſquelles il s'appuyoit, fuſſent vraiſemblables (§. 300. & 301.) cependant on pouvoit encore douter ſi l'eſpéce des corps, leur forme, leur contexture intime, &c. n'apportoit point quelque changement dans leur

gravité ; car la réſiſtance de l'air ſe mêlant toujours ici-bas à l'action de la gravité, dans la chute des corps, il étoit impoſſible de connoître, avec préciſion, par les expériences qu'il avoit fait dans l'air, en quelle proportion cette force qui anime tous les corps à tomber vers la terre, agit ſur les différens corps.

322. Une expérience que l'on fit dans la Machine du vuide, confirma ce que Galilée avoit prévû ; car de l'or, des flocons de laine, des plumes, du plomb, tous les corps enfin étant abandonnés à eux-mêmes, tomberent en même tems de la même hauteur au fonds d'un long récipient purgé d'air.

Cette expérience paroiſſoit déciſive ; mais cependant comme le mouvement des corps qui tomboient dans cette Machine, étoit très-rapide, & que les yeux ne pouvoient pas s'appercevoir des petites différences du tems de leur chute, ſuppoſé qu'il y en eût, on pouvoit encore douter ſi les corps ſenſibles poſſédent la faculté de péſer à raiſon de leur maſſe, ou bien ſi le poids des différens corps ſuit quelqu'autre raiſon que celle de leur maſſe.

Expérience de M. Newton ſur les oſcillations des différens pendules.

M. Newton, imagina, pour décider cette queſtion, de ſuſpendre des boules de bois creuſes & égales à des fils d'égales longueurs, & de mettre dans ces boules des quantités égales en poids d'or, de bois, de verre, de ſel, &c. & en faiſant enſuite oſciller librement ces pendules, il

il examina si le nombre de leurs oscillations seroit égal en tems égal ; car la pésanteur cause seule l'oscillation des pendules (§. 445.) & dans ces oscillations, les plus petites différences deviennent sensibles. M. Newton trouva, par cette expérience, que tous les différens pendules faisoient leurs oscillations en tems égal ; or le poids de ces corps étant égal, ce fut une démonstration que la quantité de matiére propre des corps est directement proportionnelle à leur poids (en faisant abstraction de la résistance de l'air, qui étoit égale dans cette expérience) & que par conséquent la pésanteur appartient à tous les corps sensibles à raison de leur masse.

Newton, Prin. liber 3. prop. 6. p. 366.

§. 323. Il suit clairement de cette expérience :

Vérités qui naissent de cette expérience.

1°. Que la force qui fait tomber les corps vers la terre, se proportionne aux masses, ensorte qu'elle agit comme cent sur un corps qui à cent de masse, & comme un sur un corps qui ne contient qu'un de matiére propre.

2°. Que cette force agit également sur tous les corps, quelle que soit leur forme, leur contexture, leur volume, &c.

3°. Que tous les corps tomberoient également vîte ici-bas vers la terre, sans la résistance que l'air leur oppose, laquelle est plus sensible sur les corps qui ont plus de volume & moins de masse ; & que par conséquent la résistance de

l'air eſt la ſeule cauſe pour laquelle certains corps tombent plus vîte que les autres, comme l'avoit aſſuré Galilée.

Le poids des corps eſt comme leur maſſe.

4°. Que le poids des différens corps dans le vuide, eſt directement proportionnel à la quantité de matiére propre qu'ils contiennent: en ſorte que quelque changement qui arrive dans la forme d'un corps, ſon poids dans le vuide reſte toujours le même, ſi ſa maſſe n'eſt point changée.

Différence entre la péſanteur des corps & leur poids.

§. 324. Il eſt important de remarquer ici; qu'il faut diſtinguer avec ſoin la péſanteur des corps d'avec leurs poids: la péſanteur, c'eſt-à-dire, cette force, qui anime les corps à deſcendre vers la terre, agit de même ſur tous les corps, quelle que ſoit leur maſſe; mais il n'en eſt pas ainſi de leurs poids; car le poids d'un corps eſt le produit de la péſanteur par la maſſe de ce corps: ainſi, quoique la péſanteur faſſe tomber également vîte dans la Machine du vuide (§. 322.) les corps de maſſe inégale, leur poids n'eſt cependant pas égal; car les corps ne preſſent l'obſtacle qui les ſoutient, que par l'effort qu'ils font pour obéir à la force de la gravité qui agit ſans ceſſe ſur eux: or cette force agiſſant comme cent ſur celui qui a cent parties de matiére propre, & comme dix ſur celui qui n'en a que dix; le corps qui a cent parties de matiére propre, doit péſer dix fois davantage ſur l'obſtacle qui le ſoutient, que le

corps

corps qui n'en a que dix, quoique ces corps tombent également vîte.

§. 325. Le différent poids des corps d'un volume égal dans le vuide, sert à connoître la quantité comparative de matiére propre & de pores qu'ils contiennent ; car si une petite boule de sureau, PE. d'un pouce de diamette, pése une once dans le vuide, & qu'une boule d'or du même diamette y pése 87. onces, la matiére propre de l'or sera à la matiére propre du sureau, comme 87. est à l'unité ; ainsi, le différent poids des corps de volume égal dans le vuide, est ce qu'on appelle *la pésanteur spécifique des corps.*

Maniére de connoître la pésanteur spécifique des différens Corps.

§. 326. On connoîtroit avec précision, par ce moyen, combien chaque corps contient de pores & de matiére propre, si on avoit quelque masse de matiére propre sans pores ; mais comme tous les corps que nous connoissons sont extrêmement poreux, & que tous les corps le doivent être nécessairement, nous ignorons la quantité absolue des pores & de la matiére propre que chaque composé contient, & nous en connoissons seulement la quantité comparative.

§. 327. Les découvertes dont je viens de rendre compte dans ces deux Chapitres, avoient appris la proportion dans laquelle la chute des corps s'accélére, on sçavoit par celles de Gali-

lée, qu'ils parcourent des espaces inégaux en tems égaux ; & que ces espaces sont comme les quarrés des tems. L'expérience de la chute des corps dans le vuide, & surtout celle des pendules faite par M. Newton, avoit fait voir que la force qui fait tomber les corps, se proportionne à leur masse, mais on ne sçavoit point encore, du moins avec certitude, quel espace cette force leur fait parcourir au commencement de leur chute, dans un tems donné ; on sçavoit seulement que quel que soit cet espace dans le premier moment, il est triple dans le second, quintuple dans le troisiéme, & ainsi de suite (§. 306.)

§. 328. Personne ne doute que la pésanteur ne soit l'unique cause des oscillations du pendule. Or, on démontre par un Théoréme que je supposerai ici, & que vous verrez quelque jour dans l'excellent Traité de *Horologio oscillatorio*, de M. Huguens, que le tems d'une oscillation est au tems de la chute verticale, par la moitié du pendule, comme la circonférence du cercle est à son diametre, ou comme 355. à 113. & je suppose ici, pour plus de facilité, que ce soit comme 3. est à 1. Or la longueur du pendule qui bat les secondes à Paris, ayant été trouvée par le moyen des observations astronomiques de 3. pieds 8. lignes $\frac{1}{2}$. environ, si l'on prend le tiers d'une seconde, ou de 60. tierces, c'est-à-dire, 20. tierces, le corps auroit parcouru pendant

Horol. oscil. pag. 87. 178. & 183.

dant le tems de 20. tierces dans sa chute verticale, 18. pouces & 4. lignes, qui sont la demie longueur du pendule; mais les espaces parcourus sont comme les quarrés des tems employés à les parcourir; Ainsi, comme le quarré de 20. tierces, tems de la chute verticale, par la demie longueur du pendule, est au quarré de 60. tierces, tems de l'oscillation entiére, c'est-à-dire, comme 400. est à 3600. de même 18. pouces 4. lignes, qui est la chute verticale, sont à un quatriéme terme qui marquera l'espace parcouru pendant l'oscillation entiére, & le quatriéme terme se trouve être environ quinze pieds de Paris, je dis environ; car j'ai négligé les fractions pour me servir des nombres ronds les plus approchans. Ainsi, M. Huguens trouva par ce moyen que les corps parcourent ici-bas 15. pieds de Paris environ dans la premiere seconde, lorsqu'ils tombent vers la terre par la seule force de la gravité.

Quel est l'Espace que les corps parcourent ici-bas en tombant dans la premiere seconde.

L'on peut faire par ce moyen des expériences sur les hauteurs tombées bien plus exactes, que si on entreprenoit de déterminer ces hauteurs immédiatement; car les plus petites différences sont sensibles sur les pendules; ainsi, dire qu'un pendule de 3. pieds 8. lignes oscille à Paris dans une seconde, ou dire que les corps tombent verticalement de 15. pieds environ dans la premiere seconde, dans cette latitude, c'est dire la même chose.

Mais afin que ce calcul pût servir pour toutes

les latitudes, il faudroit trois choſes.

1°. Que la peſanteur fût la même dans toutes les Régions de la terre. 2°. Que l'eſpace que les corps parcourent en tombant dans le premier moment de leur chute, fût egal, quelle que ſoit la hauteur d'où ils tombent. Et 3°. Que l'air ne leur réſiſtât point ſenſiblement.

On verra dans la ſuite que les deux premieres ſuppoſitions ſont fauſſes, & que la péſanteur varie dans les différentes latitudes, & aux différentes hauteurs.

A l'égard de la troiſiéme ſuppoſition, c'eſt-à-dire, de la non-réſiſtance de l'air, on peut la faire ſans erreur; car cette réſiſtance eſt inſenſible dans les vibrations des pendules, puiſque des pendules de même longueur, mais qui décrivent des arcs très-différens, les décrivent cependant dans un tems ſenſiblement égal: & que dans le vuide de Boyle, ſelon les expériences faites par M. Derham (§. 460.) le mouvement du pendule ne s'accelére que de quatre ſecondes environ en une heure.

Tranſ. Phil. N. 294.

L'air retarde la chute de tous les corps.

Mais la réſiſtance de l'air, dont l'effet eſt preſque inſenſible ſur les pendules, à cauſe de leur poids & des petites hauteurs dont ils tombent, devient très-conſidérable ſur des mobiles qui tombent de haut, & elle eſt d'autant plus ſenſible que les corps qui tombent, ont plus de volume & moins de maſſe.

Tranſ.

§. 329. Le Docteur Deſaguliers a fait ſur la réſiſtance

réſiſtance que l'air apporte à la chute des corps, & ſur les retardemens que cette réſiſtance apporte dans leur chute, des expériences que leur juſteſſe, & les témoins devant qui elles ont été faites, ont rendu très fameuſes : il fit tomber de la lanterne qui eſt au haut de la coupole de S. Paul de Londres, qui a 272. pieds de hauteur, en préſence de Meſſieurs Newton, Halley, Derham, & de pluſieurs autres Sçavans du premier ordre, des mobiles de toute eſpéce, depuis des Sphéres de plomb de deux pouces de diametre, juſqu'à des Sphéres formées avec des veſſies de cochons très-deſſechées & enflées d'air, de cinq pouces de diametre environ. Le plomb mit 4. ſecondes $\frac{1}{2}$. à parcourir les 272. pieds, & les Sphéres faites avec des veſſies, 18. ſecondes $\frac{1}{2}$. environ, en ſorte que le plomb eut parcouru les 272. pieds environ 14. ſecondes plûtôt que les veſſies. Phil. N. 362.

Expérience du Docteur Deſaguliers ſur la chûte des corps dans l'air.

Les Sphéres de plomb qui étoient tombées en 4. ſecondes $\frac{1}{2}$. de 272. pieds, auroient dû tomber, ſelon la théorie de Galilée, de 324. pieds dans les 4. ſecondes $\frac{1}{2}$. en comptant la chute initiale ſelon le calcul d'Huguens (§. 328.) de 16. pieds Anglois environ dans la premiere ſeconde ; mais il faut ôter de ces 324. pieds qu'elles auroient dû parcourir, ſelon le calcul d'Huguens & de Galilée, en 4. ſecondes $\frac{1}{2}$. environ 35. pieds, dont elles devoient être tombées dans le dernier quart de ſeconde de leur chute, parce que l'on comptoit la fin de la chute de

de cette balle, de l'instant auquel on entendoit du haut du dome le bruit qu'elle faisoit en tombant, & que le tems que le son met à parcourir 272. pieds, est d'un quart de seconde environ. Ainsi, ces 35. pieds pour le tems du mouvement du son, étant ôtés des 324. reste 289. pieds que ces Sphéres de plomb auroient dû parcourir dans le vuide, dans les 4. secondes $\frac{1}{2}$. de leur chute; mais elles n'en parcoururent que 272. L'air par sa résistance retarda donc leur chute de 17. pieds environ en 4. secondes $\frac{1}{2}$.

Une Sphére de carton de 5. pouces de diametre, mit 6. secondes $\frac{1}{2}$. à faire les 272. pieds & l'on trouve par un calcul semblable au précédent, que la résistance de l'air lui ôta 53. pieds.

Un seau d'eau étant jetté du haut du dome où se faisoient ces expériences, retomba dans une pluye très-legere, par la résistance qu'il rencontra dans l'air en tombant de cette hauteur.

Il est essentiel de remarquer que le Barometre étoit environ à 30. pouces, lorsqu'on fit ces expériences.

Expériences de M. Mariotte sur la même matiére.

Mar. Traité de la Perc. p. 116.

§. 330. M. Mariotte a fait aussi plusieurs expériences sur la chute des corps du haut de la plate-forme de l'Observatoire de Paris. Mais comme sa hauteur n'est que de 166. pieds, je ne les rapporterai point, je me contenterai d'une remarque qu'il fit, & qui me paroît très-curieuse; c'est qu'un boulet de canon, & une boule de mail de même grosseur, passerent un espace d'environ

d'environ 25. pieds, avec des vîteſſes ſenſiblement égales : enſuite le boulet anticipa la boule, & enfin il atteignit le bas lorſque la boule de mail en étoit encore à 4. pieds : la même égalité dans le commencement de la chute, ſe trouva entre des corps dont le diametre étoit très-différent ; car une boule de cire de trois pouces de diametre, & une de ſix pouces, tomberent de 30. pieds avec une vîteſſe égale ; mais à la fin de la chute, la groſſe boule précéda la petite de 6. à 7. pieds.

§. 331. Ce même M. Mariotte rapporte que ſelon ſes expériences, une boule de plomb de 6. lignes de diametre, paroiſſoit parcourir environ 14. pieds dans la premiere ſeconde ; par conſéquent la réſiſtance de l'air lui faiſoit perdre un pied dans la premiere ſeconde : mais il paroît bien difficile qu'on puiſſe s'appercevoir de cette différence. La différence totale qui ſe trouve à la fin de la chute, entre l'eſpace parcouru par le corps, & celui qu'il auroit dû parcourir dans le vuide, eſt, ce me ſemble, la ſeule choſe dont on puiſſe s'aſſurer ; & cette différence totale ne donne la différence initiale que par conjecture ; l'égalité, du moins ſenſible, que M. Mariotte dit avoir trouvé dans la vîteſſe de la chute d'une boule de mail & d'un boulet de canon, en paſſant les 25. premiers pieds, pourroit peut-être même faire croire que cette diminution n'eſt pas ſi grande dans la premiere ſeconde. Mariotte, *idem.*

(§. 332.)

Les Corps en tombant dans l'air n'accelerent pas ſans ceſſe leur mouvement.

§. 332. Ce qui eſt bien certain par toutes les expériences, c'eſt que l'air retarde la chute de tous les corps, & qu'il la retarde d'autant plus qu'ils ont plus de ſuperficie par rapport à leur maſſe : or puiſque l'air retarde la chute de tous les corps, les corps qui tombent dans l'air, ne doivent pas accelérer ſans ceſſe leur mouvement; car l'air, comme tous les Fluides, réſiſtant d'autant plus qu'il eſt fendu avec plus de vîteſſe, ſa réſiſtance doit à la fin compenſer l'accélération de la gravité, quand les corps tombent de haut: Galilée avoit encore découvert cette vérité, & en a donné une démonſtration dans le théoreme 13. de ſon dialogue troiſiéme.

§. 333. Les corps deſcendent donc dans l'air d'un mouvement uniforme, après avoir acquis un certain degré de vîteſſe, que l'on appelle *leur vîteſſe complette*, & cette vîteſſe eſt d'autant plus grande, à hauteur égale, que les corps ont plus de maſſe ſous un même volume.

§. 334. Le tems après lequel le mouvement acceléré des mobiles, ſe change en un mouvement uniforme en tombant dans l'air, eſt différent ſelon la ſurface & le poid du mobile, & ſelon la hauteur dont il tombe; ainſi, ce tems ne peut-être déterminé en général.

Expérience

§. 335. En 1669. dans la naiſſance de l'Académie

démie des Sciences, M de Frenicle fit plusieurs expériences pour déterminer l'espace que les corps parcourent en tombant dans l'air, avant d'avoir acquis leur vîtesse complette, c'est-à-dire, avant que la résistance de l'air ait changé le mouvement accéléré en uniforme.

ce de M. de Frenicle qui le prouve.

Hist. de Du Hamel p. 86.

Ce Philosophe trouva, par ces expériences, qu'une petite boule de moële de sureau, qui avoit quatre lignes de diametre, acquiert sa vîtesse complette, après avoir parcouru environ 20. pieds, & qu'une petite vessie de coq-d'inde enflée d'air, acquiert la sienne après avoir parcouru seulement 12. pieds.

Ainsi, plus les corps ont de surface, par rapport à leur solidité, & plûtôt ils acquierent leur vîtesse complette en tombant dans l'air; c'est pourquoi l'on ne peut faire ces expériences que sur des corps très-legers, à cause des petites hauteurs, auxquelles nous pouvons atteindre.

§. 336. Le même M. de Frenicle s'étoit trompé sur le tems de la chute des corps de différente masse & de même volume dans l'air, il assuroit que dans un lieu fermé, une boule de plomb & une boule de bois de même diametre tomboient en même tems de 147. pieds de haut, ce qui est entierement faux, une expérience mal faite l'avoit jetté dans l'erreur: cet exemple nous fait voir que nous devons être d'autant plus circonspects sur les expériences

Mépriſe de M. de Frenicle ſur le tems de la chute des différens corps.

Hiſt. de Du Hamel p. 87.

ces que nous faisons, que l'amour propre nous parle toujours en leur faveur.

Calcul de M. Pitot qui montre comment la pluye peut tomber sur la terre sans rien endommager.

Mem. de l'Acad. année 1728. p. 376.

§. 337. M. Pitot a calculé qu'une goute d'eau qui seroit la 10.000.000.000. partie d'un pouce cube d'eau tomberoit dans l'air parfaitement calme de 4. pouces $\frac{7}{10}$. par secondes d'un mouvement uniforme, & que par conséquent elle y feroit 235. toises par heure: on voit par cet exemple, que les corps legers qui tombent du haut de notre atmosphére sur la terre, n'y tombent pas d'un mouvement acceleré, comme ils tomberoient dans le vuide par la force de la pésanteur; mais que l'accélération qu'elle leur imprime, est bientôt compensée par la résistance de l'air: sans cela, la plus petite pluye feroit des ravages infinis; & loin de fertiliser la terre, elle détruiroit les fleurs & les fruits, la Providence y a pourvû par la résistance de l'air qui nous entoure.

Les corps tombent perpendiculairement à la surface de la terre.

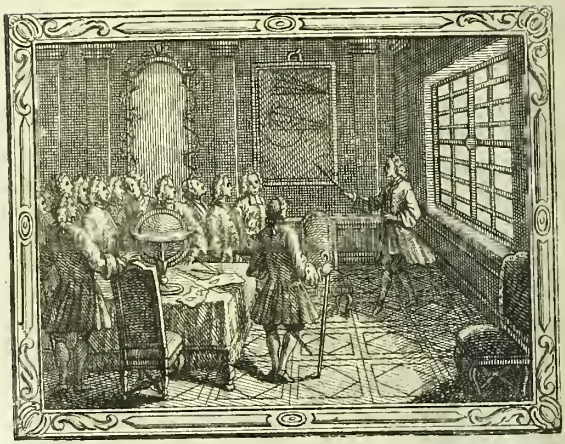
§. 338. Les corps abandonnés à eux-mêmes tombent vers la terre, selon une ligne perpendiculaire à l'horison; car il est constant par l'expérience que la ligne de direction des graves est perpendiculaire à la surface de l'eau: or la terre étant certainement sphérique, ainsi que toutes les observations géographiques & astronomiques le démontrent, le point de l'horison vers lequel les graves sont dirigés dans leur chute, peut toujours être considéré comme l'extrémité d'un

des

des rayons de cette sphére. Ainsi, si la ligne selon laquelle les corps tombent vers la terre, étoit prolongée, elle passeroit par son centre, supposé que la terre fût parfaitement sphérique; mais la terre au lieu d'être une Sphére parfaite, étant un sphéroïde applati vers les poles, & élevé vers l'équateur selon les mesures par lesquelles Messieurs de Maupertuis, Clairaut, & les autres Académiciens qui ont été au pole, viennent de fixer sa figure, (§. 383.) la ligne de direction des graves ne tend point directement au centre de la terre; *leur lieu de tendance* se trouve être un certain espace autour de ce centre: cependant on suppose ordinairement que les corps en tombant tendent directement au centre de la terre, parce que cette supposition se peut faire sans erreur sensible, leur direction étant toujours perpendiculaire à la surface.

Et tendent par conséquent à son centre.

CHAP.



CHAPITRE XV.

Des Découvertes de M. Newton ſur la peſanteur.

§. 339.

IL n'y a point de Phénomenes dans la Nature, dont l'explication ait plus embarraſſé les Philoſophes, que ceux de la péſanteur.

§. 340. On a vû dans le chap. 14e. qu'Ariſtote les expliquoit comme tous les autres effets phyſiques, c'eſt-à-dire, par des mots vuides de ſens. *

* Ariſtote étoit ſans doute un grand homme, mais c'étoit un mauvais Phyſicien, & c'eſt tout ce que j'ai prétendu dire dans les endroits de cet ouvrage où je condamne ce Philoſophe.

§ 341.

§. 341. Deſcartes, qui par ſa façon méthodique de raiſonner, avoit dégouté les hommes du jargon inintelligible des Ecoles, lequel avoit encore obſcurci Ariſtote, parut rendre une raiſon plauſible de la peſanteur; & expliquer ce Phénomene ſi ordinaire, & ſi ſurprenant, d'une façon ſatisfaiſante.

Comment Deſcartes expliquoit la chute des corps vers la terre.

Il avoit ſuppoſé que la terre étoit entourée d'un grand tourbillon de matiére ſubtile, qui circule autour d'elle d'Occident en Orient, & qui l'emporte dans ſa rotation journaliére, & que cette matiére ſubtile repouſſoit les corps peſans vers la terre, par la ſupériorité de la force centrifuge qu'elle acqueroit en tournant.

Cette explication eſt ſujette à de grandes difficultés.

§. 342. Il faut avouer, que lorſqu'on ne compte pas à la rigueur, rien ne paroît plus ingénieux, & plus ſimple que cette explication que Deſcartes donnoit de la peſanteur; mais lorſqu'on entre dans le détail des Phénomenes qui accompagnent la chute des corps, ce qui paroiſſoit d'abord ſi ſimple, ſe trouve ſujet à de grandes difficultés.

Les deux principales roulent ſur la progreſſion, dans laquelle la chute des corps s'opére, & ſur ſa direction dans leur chute; car ſi le tourbillon qui emporte la terre dans ſa rotation journaliére, cauſoit la peſanteur, les corps ne devroient point tomber, ſelon la progreſſion découverte par Galilée, & au lieu d'être

dirigés vers le centre de la terre dans leur chute, ils devroient tendre perpendiculairement à son axe.

De quelle façon M. Hughens à remédié aux deux principales.

§. 343. M. Hughens a repondu à ces deux difficultés, en supposant que la matiére qui fait la pesanteur, va dix sept fois plus vîte que la terre, & que le mouvement de cette matiére se fait en tout sens; car par ces deux suppositions, on peut expliquer pourquoi les corps tombent selon la progression de Galilée, & pourquoi ils sont dirigés vers le centre de la terre, & non pas perpendiculairement à son axe.

§. 344. Je ne m'arrêterai point à vous rapporter ici les autres objections que l'on a fait contre cette explication de Descartes, ni la façon dont les grands hommes qui ont suivi son sentiment, ont cru pouvoir y remédier; vous pouvez les voir dans leurs ouvrages, dont plusieurs sont à votre portée; mon but est de vous faire connoître ici la façon dont M. Newton explique les mêmes Phénoménes par l'attraction, & comment le cours des Astres lui a fait découvrir que tous les corps célestes tendent vers le centre de leur révolution par la même cause qui fait la pesanteur sur la terre.

§. 345. La matiére par son inertie tend toujours à conserver son état présent: ainsi, tout corps

corps mû en rond tend à s'échaper par la tangente ; c'eſt-à-dire, par chacune des droites infiniment petites qu'il parcourt à chaque inſtant, & c'eſt cet effort que le corps fait pour continuer à ſe mouvoir dans cette petite ligne droite, qu'on appelle *force centrifuge*. Donc aucun corps ne pourroit ſe mouvoir circulairement, ſi quelque force ne lui faiſoit changer à tout moment ſa direction, & ne le forçoit à décrire une ligne courbe.

Le mouvement en ligne courbe eſt donc toujours un mouvement compoſé ; or on ſait que toutes les Planetes tournent autour du Soleil dans des courbes, il faut donc néceſſairement que deux puiſſances, dont l'une les fait aller en ligne droite, & l'autre les en retire continuellement, agiſſent ſur elles, & les dirigent dans leur cours.

Les corps céleſtes s'échaperoient tous par la tangente, ſi quelque force ne les en retiroit.

On ſait que la force qui feroit ſeule décrire une ligne droite aux Planetes, eſt la force de projectile, qui leur a été imprimée au commencement par le Créateur ; mais quelle eſt celle qui les retire de cette ligne droite à chaque inſtant, & qui les force à décrire une ligne courbe, & à tourner autour d'un centre ; voilà ce que M. Newton s'eſt propoſé de découvrir.

Il eſt néceſſaire de connoître les découvertes de Kepler ſur le cours des Aſtres, pour entendre comment M. Newton parvint à découvrir que tous les corps céleſtes tendent vers leur

centre, & que c'eſt ce principe qui les retient dans leur orbite, & qui fait la peſanteur ſur la terre.

Explication des deux analogies de Kepler.

§. 346. Une des loix découvertes par Kepler eſt, *que les Planetes en tournant autour du Soleil décrivent des aires égales en tems égaux*, en ſorte que ſi l'on conçoit du point B. d'où une Planete eſt partie, au point C. où elle arrive, deux lignes droites B. S. C. S. tirées au Soleil S. l'aire du ſecteur écliptique S. B. C. formé par ces deux lignes, & par l'arc de la courbe que la Planete a parcouru, croît en même proportion que le tems pendant lequel elle ſe meut.

Planche 6. Fig. 32.

§. 347. La ſeconde loi de Kepler eſt, *que le tems qu'une Planete employe à faire ſa revolution autour du Soleil, eſt toujours proportionnel à la racine quarré du cube de ſa moyenne diſtance à cet Aſtre*; vous avez vû l'explication de cette loi dans les Elemens de la Philoſophie de Newton, que nous avons lus enſemble; ainſi, je ne vous la repeterai point ici.

Elemens de Newton ch. 20.

Démonſtrations que M. Newton a tirées des loix de Kepler.

§. 348. M. Newton, en cherchant à connoître la cauſe de ces loix découvertes par Kepler, a démontré, à l'aide de la plus ſublime geométrie.

1°. Que ſi un corps qui ſe meut eſt attiré vers un centre mobile ou immobile, il décrira autour

autour de ce centre des aires proportionnelles au tems, & réciproquement, que si un corps décrit autour d'un centre des aires proportionnelles au tems, il y a une force qui le porte vers ce centre. *Fig. des Astres.*

2°. Que si un corps qui se meut autour d'un centre qui l'attire, achevé sa revolution dans un tems proportionel à la racine quarrée du cube de sa moyenne distance à ce centre, la force qui l'attire, diminue comme le quarré de sa distance au centre vers lequel il est attiré, & réciproquement, &c.

§. 349. Ainsi, la premiere loi de Kepler, c'est-à-dire, la proportionalité des aires & des tems, fit découvrir à M. Newton, une force centrale en général, qu'il appelle *la force centripete*, & la seconde, qui est le rapport entre le tems de la revolution des Planetes, & leur distance au centre, lui fit connoître la loi que suit cette force.

§. 350. Non-seulement les Planetes principales observent ces loix en tournant autour du Soleil, mais les Planetes secondaires les suivent aussi en tournant autour de la Planete principale, qui est le centre de leur revolution: ainsi, les Planetes secondaires tendent vers les Planetes principales, autour desquelles elles tournent, dans la même proportion que les Planetes principales tendent vers le Soleil, leur *Toutes les Planetes observent les loix de Kepler dans leur cours.*

centre, puiſque les unes & les autres obſervent les mêmes loix dans leur cours.

§. 351. Ce n'eſt pas ici le lieu de montrer, comment tous les corps céleſtes confirment cette découverte par la regularité de leur cours, & comment les Cometes ne ſemblent venir étonner notre Univers, que pour rendre un nouveau témoignage à ces vérités apperçues par M. Newton : cet article appartient au livre où je vous parlerai de notre Monde planetaire, & je ne vous indique même ici les découvertes que M. Newton a fait ſur le cours des Aſtres, que parce que ce ſont ces découvertes qui l'ont conduit à connoître que la même cauſe qui les dirige dans leur cours, opére la chute des corps vers la terre.

Comment M. Newton eſt parvenu a découvrir que la Lune en tournant autour de la terre, obſerve la ſeconde loi de Kepler.

§. 352. La Lune tend vers la terre, car elle parcourt en tournant autour d'elle des aires égales en tems égaux ; mais par la ſeule conſidération de la révolution de la Lune autour de la terre, on ne connoît point encore la loi que ſuit cette tendance ; car quoi que j'aie dit que les Planetes ſecondaires ſuivent les deux loix découvertes par Kepler, en tournant autour de leur Planete principale, c'eſt en comparant le tems de la révolution, & l'éloignement de deux Planetes qui tournent autour d'un même centre, que l'on découvre que le tems de leur révolution eſt proportionel à la racine quarrée du cube

cube de leur moyenne distance à ce centre, & que l'on voit par conséquent qu'elles observent la seconde loi de Kepler, & que la force qui agit sur elles, décroît comme le quarré de la distance; car sans comparaison il n'y a point de proportion.

§. 353. Jupiter, & Saturne, ayant chacun plusieurs Satellites, on trouve aisément par une régle de trois que vous connoissez, que ces Satellites suivent dans leurs révolutions les deux loix de Kepler; mais la terre n'ayant que la Lune pour Satellite, on n'a point de Planete de comparaison, pour s'assurer que la Lune en tournant autour de la terre suit la deuxiéme loi de Kepler, & pour connoître selon quelle proportion la Lune tend vers la terre.

§. 354. M. Newton, à force de sagacité & de calcul, a démontré dans le corollaire premier de la proposition 45. de son premier Livre, *que lorsqu'une Planete se meut autour d'un centre mobile dans un orbe fort approchant du cercle (tel que l'Orbe que décrit la Lune autour de la terre), on peut déterminer par le mouvement de ses apsides* en quelle raison la puissance qui* *Principia Mathematica.*

* On appelle aphelie, le point A. de l'orbite le plus éloigné du Soleil S. ou du corps qui est le centre de la révolution, & perihelie le point B. qui en est le plus proche, la ligne AB. qui passe par l'aphelie A. & le perihelie B. s'appelle la ligne des apsides. *Fig. 33.*

lui fait parcourir ſon orbite agit ſur elle, & en appliquant cette propoſition au cours de la Lune, il détermina que l'attraction de la terre ſur cette Planete, décroît dans une raiſon un peu plus grande que la raiſon doublée des diſtances ; mais ce fut la comparaiſon de la chute des corps, & du tems periodique de la Lune qui l'aſſura entierement, que la force qui retient la Lune dans ſon orbite, décroît dans cette proportion.

§. 355. Les corps que l'on jette horiſontalement retombent vers la terre : cependant en faiſant abſtraction de la réſiſtance de l'air, ces corps par leur inertie devroient ſuivre à l'infini la ligne droite dans laquelle on les jette, ſi aucune autre force n'agiſſoit ſur eux : il eſt certain que la force qui retire à tout moment ces corps de la ligne droite dans laquelle on les a jettés, & qui les fait retomber vers la terre en décrivant une courbe, eſt la même qui les y fait tomber en ligne perpendiculaire, quand on les abandonne à eux-mêmes : or, l'expérience nous apprend que les corps que l'on jette, font d'autant plus de chemin avant de retomber vers la terre, que la force projectile qu'on leur a imprimée eſt grande. Donc avec une force projectile ſuffiſante, un corps pourroit tourner au tour de la terre ſans y retomber, & la circulation de ce corps projetté autour de la terre, ſeroit une preuve auſſi certaine

de

de sa gravité, que sa chute vers la terre en ligne perpendiculaire, lorsqu'on l'abandonne à lui-même.

§. 356. En appliquant cette considération à la Lune, M. Newton conclut par analogie, que la révolution de la Lune autour de la terre pourroit bien être l'effet de la même force, qui fait tomber les corps pesans vers la terre; ainsi, en faisant donc des corps qui tombent ici-bas vers la terre par la pesanteur, une Planete de comparaison, il raisonna ainsi: si la force qui dirige la Lune dans son orbite, décroît comme le quarré de la distance au centre de la terre, & si cette même force fait la pesanteur des corps graves, elle doit être 3600. fois plus grande sur les corps qui sont placés près de la surface de la terre que sur la Lune; car les espaces parcourus par des corps animés par différentes forces, sont dans le commencement de leur chute proportionnels à ces forces: or, la Lune dans son éloignement moyen est éloignée du centre de la terre de 60. demi diametres de la terre environ, & tous les corps qui sont près de la surface de la terre sont regardés comme étant à un demi diametre de son centre, à cause des petites hauteurs auxquelles nous pouvons atteindre: ainsi, si cette force décroît comme le quarré de la distance, elle doit faire parcourir 3600. fois moins d'espace à la Lune qu'aux corps graves ici-bas dans le premier instant de leur chute.

La même cause produit la pesanteur des corps sur la terre, & dirige la Lune dans son cours.

§. 357.

§. 357. La distance de la Lune au centre de la terre étant comme je viens de le dire, d'environ 60. demi diametres de la terre dans son éloignement moyen, soit B. K. H. l'orbite de la Lune, & BF. l'arc de cet orbite qu'elle parcourt en une minute, il est certain que tout mouvement circulaire étant un mouvement composé, la Lune en décrivant cet arc BF. obéit à deux forces, sçavoir, à la force projectile qui la dirigeroit seule dans une ligne droite d'Orient en Occident, vers BE. & à la force centripete, qui la feroit tomber perpendiculairement vers la terre en B. T. si la Lune n'obéissoit qu'à cette seule force.

Fig. 34.

Démonstration de cette vérité par le moyen mouvement de la Lune comparé à la chute des corps.

Or, en décomposant le mouvement composé, on peut connoître la quantité de l'action de chacune des forces composantes, & par conséquent, le chemin que chacune d'elles eût fait parcourir au mobile, si elle avoit seule agi sur lui : ainsi, en faisant que l'arc BF. devienne la diagonale du paralellogramme B.D G. F. on aura les lignes BG. BD. qui représenteront le chemin que chacune des deux forces, qui font parcourir à la Lune l'arc BF. en une minute, lui eût fait parcourir séparement pendant ce même tems.

Fig. 34.

Sans la force qui la porte vers la terre, la Lune parcoureroit dans une minute la tangente BG. & par conséquent, l'effet de la force centripete est de la retirer de cette tangente par la ligne GF. égale à BD. C'est donc la force centripete

centripete, qui fait qu'au bout d'une minute la Lune se trouve en F. au lieu d'être en G. G. F. ou B. D. qui lui est égale, est donc l'espace que la force qui porte la Lune vers la terre, fait parcourir à la Lune dans une minute, independamment de la force projectile, qui la pousse dans la tangente BE. c'est donc la valeur de GF = BD. qu'il faut trouver. *Fig.* 34.

§. 358. Or, il y a plusieurs manières de trouver la valeur de cette ligne BD. = GF.

La plus courte & la plus simple dépend d'une proposition démontrée par Messieurs Hughens & Newton; sçavoir, *qu'un corps qui fait sa révolution dans un cercle tomberoit dans un tems donné vers le centre de sa révolution, par la seule force centripete, d'une hauteur égale au quarré de l'arc qu'il décrit dans le même tems, divisé par le diametre du cercle.* *Princip. Mathem. lib. 1. corol. 9. prop. 4. & 36. & Hughens de Vi Centrif. prop. 6.*

Cette proposition étant reçûe de tous les Géometres, il est aisé de trouver par son moyen la valeur de la ligne GF. & par conséquent celle de la ligne BD. qui lui est égale.

On sçait par les mesures de M. Picard, que la circonférence de la terre est de 123249600. pieds de Paris, on sçait par conséquent que l'orbite de la Lune qui est 60. fois plus grande, est de 7394976000. pieds, & que le diametre de cet orbite est de 2353893840. pieds. *Fig.* 34.

La révolution de la Lune autour de la terre se fait en 27. jours 7. heures 43′ sidérales, où dans

dans 39343. minutes. Ainſi, en diviſant l'orbe de 7394976000. pieds par 39343. l'on trouve que l'arc B F. que la Lune parcourt dans une minute, eſt de 187961. pieds, donc ſuivant la
Fig. 34. propoſition de Meſſieurs Hughens & Newton, le quarré de cet arc BF^2. qui eſt de 35329337521. P. étant diviſé par le diametre de l'orbe de la Lune, c'eſt-à-dire, par la ligne BG. qui eſt de 23538938400. pieds, l'on a G F. ou B D = $\frac{BF^2}{BG}$ c'eſt-à-dire, $\frac{35329337521}{23538938400}$ = 15. pieds de Paris * environ. §. 359.

---

* Il y a deux remarques à faire ſur cette évaluation de l'arc
Fig. 35. BF. & de ſa petite ligne BD. c'eſt qu'afin qu'elle ſoit juſte, il ne faut prendre de l'orbite de la Lune qu'une partie parcourue dans un tems très-petit, comme j'ai fait dans l'exemple cité, afin que cet arc puiſſe être pris pour la Diagonale du paralelogramme B D G F. car on ſçait que dans un tems très-petit la ligne parcourue par un corps dans ſon mouvement circulaire, peut être conſidérée ſans erreur ſenſible, comme une petite droite qui eſt la diagonale des deux directions que le corps a actuellement; ſans cette condition de la petiteſſe de l'arc B F. par rapport à la grandeur du cercle B F E. il ne ſeroit pas per-
Fig. 35. mis de regarder G F. comme l'eſpace tombé vers le centre, ce ſeroit H F. mais lorſque l'arc B F. eſt très-petit, la différence entre G F. & H F. eſt inſenſible.

La ſeconde remarque eſt, que la démonſtration de Meſſieurs Hughens & Newton eſt pour un cercle, & que les Planetes font leur révolution dans des élliptes, dont quelques-unes même ne ſont pas des élliptes régulières, comme celle que décrit la Lune PE.

Mais M. Hughens a démontré que chaque courbe dans quelqu'une de ſes parties que ce ſoit, a la même courbure qu'un certain cercle qu'on nomme *Oſculateur*; parce que dans cet endroit il y a une partie commune a la courbe & au cercle, & par la conſidération de ce cercle, dont M. Hughens a appris à trouver le rayon pour chaque point de la courbe, on peut trouver l'expreſſion de la force centripete dans toutes les courbes,

§. 359. L'espace que la force qui porte la Lune vers la terre, lui fait parcourir en une minute, est donc de quinze pieds de Paris, & un peu plus. Donc si la même force qui dirige la Lune dans son orbite, fait tomber les corps vers la terre, & si cette force décroît comme le quarré de la distance au centre de la terre, les corps doivent parcourir ici-bas près de la surface de la terre 54000. pieds dans la premiere minute, ou 15. pieds dans la premiére seconde, c'est-à-dire, 3600 fois plus d'espace qu'ils n'en parcourroient dans le même tems, s'ils étoient transportés à la hauteur où est la Lune, puisque 36000. est le quarré de 60. éloignement de la Lune à la terre en demi diametres de la terre; or vous avez vû dans le chapitre précédent que les corps tombent ici-bas de 15. pieds de Paris dans la premiére seconde, cette force agit donc 3600. fois moins sur la Lune que sur les corps graves qui tombent ici-bas. Donc c'est la même force qui retient la Lune dans son orbite, & qui fait tomber les corps ici-bas, & cette force décroît comme le quarré de distance au centre.

La force qui retient la Lune dans son orbite, & qui fait tomber les corps décroît comme le quarré de la distance au centre de la terre.

courbes, & comparer cette force, non-seulement pour chaque point de la même courbe; mais aussi de courbe à courbe: cette proposition à beaucoup servi à M. Newton: ainsi, c'est M. Hughens que l'on peut dire avoir été le précurseur de Newton, bien plus que Descartes, dont il n'a presque rien emprunté.

§. 360.

§. 360. Tout le monde ſçait, mais on ne peut trop le répéter, que M. Newton avoit adandonné l'idée qu'il avoit conçûe, que la même force qui retient les Planetes dans leur orbite, opére ici-bas la peſanteur & la chute des corps, parce qu'ayant de fauſſes meſures de la terre, & n'ayant point eu de connoiſſance dans la ſolitude, où il vivoit alors, de celles de M. Picard priſes en 1669. ni même de celle de Norwood ſon compatriote en 1636. il ne trouvoit pas entre le moyen mouvement de la Lune, & la chute des corps ſur la terre le rapport qui devoit s'y trouver, ſi ces deux Phénomenes étoient opérés par la même cauſe, rapport que je viens de vous faire voir, que les véritables meſures lui donnerent.

§. 361. Si les mouvemens céleſtes & les loix de Kepler ont découvert à M. Newton, une des loix, ſelon laquelle la peſanteur & le cours des Planetes s'opére, ce qui ſe paſſe ici-bas dans la chute des corps, lui a découvert une autre loi, que la force qui opére ces Phénomenes, ſuit auſſi inviolablement, c'eſt qu'elle ſe proportionne aux maſſes.

Cette force ſe proportionne aux maſſes.

§. 362. On a vû au chapitre 14. (§. 322.) que des Pendules égaux en poids font leurs vibrations en tems égaux, quand le fil auquel on les ſuſpend eſt égal, quel que ſoit l'eſpece des corps

corps qui les compoſent, & que par conſéquent la force qui fait tomber les corps ici-bas, appartient à toute la matiére propre des corps, & réſide dans chacune de ſes parties, en ſorte que dans différens corps, elle eſt toujours directement proportionnelle à la quantité de matiére propre qu'ils contiennent. Donc puiſqu'on vient de voir dans les ſeſſions précédentes, que la même force qui fait tomber les corps vers la terre, retient la Lune dans ſon orbite, cette force réſide dans le corps entier de la Lune, en raiſon directe de la matiére propre de cette Planete, comme elle réſide ici-bas dans les différens corps, en raiſon directe de leur quantité de matiére propre : or, les Planetes principales, en tournant autour du Soleil, & les Planetes ſecondaires, en tournant autour de leur Planete principale, ſuivent les mêmes loix que la Lune dans ſa révolution autour de la terre. Donc la force qui les retient dans leur orbite agit ſur chacune d'elles, en raiſon directe de la quantité de matiére propre qu'elles contiennent.

§. 363. De plus, le tems que les Planetes employent à faire leur révolution autour du Soleil, étant proportionnel à la racine quarrée du cube de leur moyenne diſtance à cet Aſtre, la force qui les porte vers le Soleil décroît comme le quarré de leur diſtance au Soleil. Donc à égale diſtance du Soleil la force qui les porte vers lui, agiroit ſur elles également. Donc alors elles

elles parcourroient des espaces égaux en tems égal vers le Soleil, & si elles perdoient toute leur force projectile, elles arriveroient en même tems à cet Astre, de même que tous les corps qui tombent ici-bas de la même hauteur arrivent en même tems à la surface de la terre, quand la résistance de l'air est ôtée: or la force qui agit également sur des corps inégaux, doit nécessairement se proportionner à la masse de ces corps. Donc la force qui fait tomber les corps vers la terre, & qui fait tourner les Planetes autour de leur centre, se proportionne à leurs différentes masses; & par conséquent le poids de chaque Planete sur le Soleil, est en raison directe de la quantité de matiére propre que chacune d'elles contient.

§. 364. On prouvera la même chose des satellites de Jupiter, & des Lunes de Saturne, par rapport à leur Planete principale; car le tems de leur révolution autour de la Planete qui leur sert de centre, est proportionnel à la racine quarrée du cube de leur moyenne distance à cette Planete.

§. 365. Vous voyez par tout ce que je viens de vous dire, quel chemin immense la raison humaine a eu à faire, avant de parvenir à découvrir quelles loix suit la cause qui opére la pesanteur, puisqu'il a fallu que les corps célestes, qui sont placés si loin de nous, nous l'ayent, pour ainsi dire, appris.

§. 366.

§. 366. Quelques-uns ont crû que le poids de la même quantité de matiére propre, étoit variable dans le même endroit de la terre, de fauſſes expériences les avoient jettés dans cette erreur; & c'eſt un écueil dont il faut d'autant plus ſe garder, que l'amour propre nous parle toujours en faveur de celles que nous avons faites. Le poids des mêmes corps peut varier, à la vérité, dans le même endroit de la terre, mais c'eſt ſeulement par l'augmentation ou la diminution de la matiére propre de ces corps, & c'eſt ce qui arrive aux Plantes qui ſe fannent, & à tous les corps qui s'évaporent; mais le poids des corps à la même diſtance du centre de la terre, eſt toujours comme la quantité de matiére propre qu'ils contiennent. Fauſſe opinion ſur le poids des corps.

§. 367. Mais quand cette diſtance augmente, alors le poids des corps diminue, je dis leur poids abſolu; car leur poids comparatif reſte toujours le même: ainſi, un homme qui porte 100^l. près de la ſurface de la terre, par exemple, porteroit 900^l. s'il étoit trois fois plus éloigné de ſon centre, mais le poids de 100^l. y ſeroit la neuviéme partie du poids de 900^l. comme ici-bas.

§. 368. Puiſque la force qui fait tomber & peſer les corps ſur la terre, agit d'autant moins ſur eux, qu'ils ſont plus éloignés du centre de

la terre, ils y tomberont d'autant moins vîte qu'ils seront plus éloignés de ce centre, mais à égale distance, ils y tomberont tous également vîte, de sorte qu'une boule de papier transportée à la région de la Lune, & qui ne pesera sur la terre que la 3600. partie de ce qu'elle pese ici-bas, tomberoit sur la terre en même tems que la Lune, si la Lune venoit à perdre tout son mouvement de projectile, & cette boule & la Lune parcoureroient des espaces égaux pendant tout le tems qu'elles mettroient à tomber, en faisant abstraction de toute résistance du milieu dans lequel elles tomberoient ; car c'est comme si on supposoit la masse de la Lune divisée en autant de parties qu'elle contient de fois cette boule de papier.

§. 369. On a vu dans le chap. 13. que Galilée avoit démontré avant M. Newton, que la force, telle qu'elle soit, qui anime les corps à descendre vers la terre, étant supposée agir également à chaque instant indivisible, elle devoit leur faire parcourir des espaces, comme les quarrés des tems & des vîtesses, & sa démonstration suffisoit pour connoître l'action de la gravité sur les corps qui tombent ici-bas, parce que les hauteurs auxquelles nous pouvons atteindre, sont trop médiocres pour produire dans la chute initiale des corps des différences sensibles.

Mais la théorie de Galilée eût été bien insuffisante, si l'on eût pû faire des expériences

à

à des hauteurs assez grandes pour s'apperçevoir du décroissement de la pesanteur ; car cette théorie supposoit une force uniforme, & M. Newton a démontré, comme on vient de le voir, que l'énergie de cette force décroît comme le quarré de la distance.

§. 370. M. Richer fut le premier qui s'apperçut dans un voyage qu'il fit à l'Isle de Cayenne en 1672. que l'Horloge à Pendule qu'il avoit apporté de Paris, retardoit considérablement sur le moyen mouvement du Soleil, & que par conséquent, il falloit que les oscillations du Pendule de cet Horloge fussent devenues plus lentes en approchant de l'équateur ; or la durée des oscillations d'un Pendule qui décrit des arcs de cycloïde ou de très-petits arcs de cercle, dépend, ou de la résistance que l'air apporte à ses oscillations, ou de la longueur du Pendule, ou enfin de la force avec laquelle les corps tendent à tomber vers la terre. Expérience de M. Richer sur le Pendule

§. 371. La premiere de ces trois causes, c'est-à-dire, la résistance de l'air, est si médiocre, qu'elle peut sans erreur sensible être comptée pour rien, d'autant plus que le Pendule de M. Richer éprouvoit cette résistance à Paris comme à Cayenne ; la seconde qui est la longueur du Pendule, n'avoit point changé, puisque c'étoit le même Horloge : il falloit donc Conséquences qui naissent de cette expérience.

que la force qui fait tomber les corps fût moindre à Cayenne qu'à Paris, c'eſt-à-dire, à 5. degrés environ, qui eſt la latitude de l'Iſle de Cayenne, qu'à 49. degrés environ qui eſt celle de Paris, puiſque les oſcillations du même Pendule étoient plus lentes dans cette Iſle qu'à Paris.

§. 372. On nia long-tems cette expérience de M. Richer ; quelques-uns prétendirent qu'on devoit l'attribuer à la chaleur du climat, qui avoit allongé la verge de métal, à laquelle le Pendule étoit ſuſpendu, mais outre qu'il eſt prouvé par l'expérience que l'allongement cauſé par la chaleur de l'eau bouillante même eſt moindre que celui de l'expérience de Richer, on a toujours été obligé de racourcir le Pendule en approchant de l'équateur, quoiqu'il faſſe ſouvent moins chaud ſous la ligne, qu'à 15. ou 20. degrés de la latitude ; & en dernier lieu, les Académiciens des Sciences qui ſont au Perou, ont été obligés de racourcir leur Pendule à Quito pendant qu'il y geloit très fort : le racourciſſement du Pendule dans l'Iſle de Cayenne étoit donc uniquement cauſé par la diminution de la peſanteur vers l'équateur.

Quelles ſont les cauſes de la diminu-

§. 373. En ſuppoſant le mouvement diurne de la terre, dont je ne crois pas que perſonne doute à préſent, quoiqu'il ne ſoit pas démontré

en

en rigueur, deux raisons peuvent diminuer la pesanteur des corps; sçavoir, la force centrifuge que les parties de la terre acquerent par sa rotation; (car la force centrifuge tendant à éloigner les corps du * centre de la terre, elle est opposée à la pesanteur, qui les y fait tendre) & les variations qui peuvent se trouver en différens endroits de la terre, dans la force qui fait tomber les corps vers la terre, c'est-à-dire, dans la pesanteur même. tion de la pesanteur.

§. 374. La force centrifuge des corps égaux qui décrivent dans le même tems des cercles inégaux, est proportionnelle aux cercles qu'ils décrivent: ainsi, la force centrifuge des parties de la terre doit être d'autant plus grande que l'on approche davantage de l'équateur, puisque l'équateur est le grand cercle de la terre: c'est donc sous l'équateur où la force centrifuge diminuera le plus la pesanteur. Digression sur la figure de la terre.

§. 375. On voit aisément que la figure actuelle de la terre doit résulter de la pesanteur primitive, & de la force centrifuge, & que soit que la forme de la terre (supposée en repos, lorsqu'elle sortit des mains du Créateur) ait été

* Ce n'est que sous l'équateur où la force centrifuge détruit une partie de la pesanteur égale à elle-même; mais dans tous les autres endroits de la terre, elle la diminue inégalement, & d'autant moins qu'on s'éloigne davantage de l'équateur.

La forme actuelle de la terre dépend de la pesanteur primitive, & de la force centrifuge combinées.

celle d'une Sphére parfaite, ou d'un spheroïde quelconque, la force centrifuge doit avoir altéré cette forme ; car la force diminuant inégalement la pesanteur des colonnes de la matiére (supposée homogene & fluide) qui compose la terre, selon qu'elles sont plus ou moins près de l'équateur, les colonnes dont la pesanteur est plus diminuée, doivent devenir plus longues pour être en équilibre avec celles dont la pesanteur est moins diminuée : ainsi, la force centrifuge doit avoir nécessairement altéré la figure primitive de la terre.

Mais sa forme primitive a dépendu de la seule pesanteur.

§. 376. Mais quelle a été cette premiere forme de la terre? voilà ce qu'on ne pourroit sçavoir qu'en connoissant la pesanteur primitive ; car il est certain que la forme de la terre, supposée en repos, a dû être l'effet de la seule pesanteur; il est donc certain, que si la pesanteur primitive, c'est-à-dire, la pesanteur non-diminuée par la force centrifuge étoit bien connue, les expériences sur les Pendules dans différentes regions de la terre détermineroient sa figure avec certitude ; car ces expériences nous donneroient la diminution, que la force centrifuge apporte à la gravité primitive, dans les différentes latitudes ; & il seroit aisé d'en déduire l'altération qu'elle a dû apporter à la figure primitive de la terre, dont la matiére est supposée avoir été fluide & homogene dans le tems de la création.

§. 377.

§. 377. Auſſi Meſſieurs Hughens & Newton penſoient ils que la connoiſſance des différentes peſanteurs dans les différentes régions de la terre pourroit ſuffire à déterminer ſa figure ; M. Newton croyoit même que c'étoit la façon la plus ſure de la déterminer : *Et certiùs per experimenta pendulorum, deprehendi poſſit, quam per arcus geographice menſuratos in meridiano.* *Principia Liber 3. Pag. 83.*

§. 378. La gravité primitive ne pouvant guére être connue que par des Phénoménes, qui ne la déterminent qu'à *poſteriori*, l'expérience de M. Richer parut fort ſurprenante, quoi qu'elle fût une ſuite de la théorie des forces centrifuges ; mais on ne la trouva pas ſuffiſante pour déterminer la figure de la terre ; car la terre pouvoit avoir eû dans ſon origine une forme telle que la peſanteur eût été plus forte aux poles qu'à l'équateur, quoique la force centrifuge la diminue à l'équateur, & ne la diminue point aux poles.

§. 379. Meſſieurs Hughens & Newton, partant tous deux de cette expérience de M. Richer, que pluſieurs expériences poſtérieures avoient confirmée, & de la théorie des forces centrifuges, dont M. Hughens étoit l'inventeur, conclurent que la terre devoit être un ſphéroïde aplati vers les poles, quoique ces deux Philoſophes euſſent pris des loix de peſanteurs

Meſſieurs Hughens, & Newton croyoient la terre un ſphéroïde aplati.

différentes, M. Hughens la croyant par tout la même, & M. Newton la supposant différente en différens lieux de la terre, & dépendante de l'attraction mutuelle des parties de la matiére : la seule différence qui se trouvoit, dans la figure que cès deux Philosophes attribuoient à la terre, étoit qu'il résultoit de la théorie de M. Newton un plus grand aplatissement que de celle de M. Hughens.

Les mesures de Messieurs Cassini donnoient un sphéroide oblong pour la forme de la terre.

§. 380. Mais M. Cassini en achevant la méridienne de France commencée par M. Picard, ayant trouvé que les degrés Méridionaux étoient plus grands que les Septentrionaux, & le sphéroïde allongé vers les poles étant la suite nécessaire de ces mesures, le nom de Monsieur Cassini, & la célébrité de ses opérations, lesquelles lui donnerent toujours le sphéroïde allongé, fourniſſoient un nouveau motif de doute sur la figure de la terre, & contre-balançoient l'autorité de Messieurs Hughens & Newton, & les conséquences qu'ils avoient tiré de l'expérience de Richer, d'autant plus que les raisonnemens de ces deux grands Géometres, quoique fondés sur les loix de la statique, tenoient cependant toujours à quelques hipothéses, & quoique ces hipothéses fussent, comme dit M. de Maupertuis, de celles qu'on ne peut guéres se dispenser d'admettre, cependant en faisant d'autres hipothéses sur la pesanteur, très-contraintes, mais enfin possibles, on pouvoit à

Préface de la figure de la terre.

toute

toute force concilier l'expérience incontestable de Richer, & la diminution des dégrés Septentrionaux qui résultoit des mesures de Messieurs Cassini : ainsi, la question de la figure de la terre, dont la décision importe tant à la Géographie, à la Navigation, à l'Astronomie, restoit indécise.

§. 381. Enfin, en 1736. l'Académie des Sciences résolut pour la déterminer, de faire mesurer à la fois un degré du Méridien, sous l'équateur, & au cercle polaire ; ainsi, l'on peut dire, que ces deux voyages sont une espéce d'hommage qu'elle a rendu au nom de Cassini.

§. 582. Nous sçavons le résultat du voyage du Pole, & M. de Maupertuis nous a fait voir par la relation qu'il nous en a donnée, combien cette entreprise, si glorieuse à la Nation, a pensé lui couter de regrets, puisqu'on ne peût lire sans crainte les dangers que lui, Messieurs Clairaut, le Monier, & les autres Sçavans hommes qui ont entrepris ce voyage, ont couru, & ils nous ont appris par leur exemple, que l'amour de la vérité peut faire affronter d'aussi grands dangers, que le desir de ce que les hommes appellent plus communément gloire.

§. 383. Il résulte de leurs mesures, les plus exactes qui ayent peut-être jamais été prises, que le degré du Méridien qui coupe le cercle polaire

Figure de la Terre pag. 125.

Les mesures des Académiciens qui ont été au Pole, donnent a la Terre la figure d'un sphéroïde aplati vers les Poles.

polaire, est plus grand que le dégré mesuré par M. Picard entre Paris & Amiens de 437. toises sans compter l'aberration, & de 377. toises en la comptant, d'où il résulte que la Terre est un sphéroïde aplati vers les Poles. Ainsi, voilà cette fameuse question décidée; & l'on peut dire que c'est une découverte aussi utile aux Sciences que glorieuse à la Nation, à qui elles en sont redevables.

Ce sont les travaux des François qui ont fait naître les découvertes de M. Newton.

§. 384. On attend le retour des Académiciens qui sont encore au Perou, pour déterminer la quantité de l'applatissement; celui qui résulte des mesures prises au Pole est à peu près tel que M. Newton l'avoit déterminé par sa Théorie. Ainsi, il est vrai de dire que c'est aux mesures & aux observations des François, que M. Newton a du ses découvertes admirables (§. 360. & qu'il en devra vraisemblablement la confirmation.

Je vous ai fait cette digression sur la figure de la terre, à cause de la grande relation qu'il y a entre cette figure, & la pesanteur.

CHAPITRE

CHAPITRE XVI.

De l'Attraction Newtonienne.

§. 385.

TOus les Phénoménes que je viens de vous expoſer dans les trois derniers Chapitres, ſont opérés ſelon les Newtoniens par l'Attraction que tous les corps exercent les uns ſur les autres.

Cette attraction eſt ſelon eux, une propriété donnée de Dieu à toute la matiére, par laquelle toutes ſes parties tendent l'une vers l'autre en raiſon directe de leur maſſe, & en raiſon inverſe du quarré de leurs diſtances.

Ce que les Newtoniens entendent par l'attraction.

§. 386. On trouve le germe de cette idée dans

dans Kepler, la façon dont il s'exprime dans l'introduction du Livre où il traite de la Planette de Mars, eſt trop remarquable, pour ne pas rapporter ici les termes dont il ſe ſert.

*Si duo lapides in aliquo * loco mundi collocarentur propinqui invicem, extra orbem virtutis tertii cognati corporis, illi lapides ad ſimilitudinem duorum Magnetum coïrent loco intermedio, quilibet accedens ad alterum tanto intervallo, quanta eſt alterius moles in comparatione.*

Si terra & luna non retinerentur vi animali, aut aliâ aliquâ æquipollenti qualibet, in ſuo circuitu, terra aſcenderet ad lunam quinquageſimâ quartâ parte intervalli, luna deſcenderet ad terram quinquaginta tribus circiter partibus intervalli, ibique jungerentur. Poſito tamen quod ſubſtantia utriuſque ſit unius & ejuſdem denſitatis.

---

* Si deux pierres étoient placées dans quelque lieu, dans lequel aucun autre corps ne pût agir ſur elles, elles viendroient l'une vers l'autre comme deux aimans, & ſe joindroient dans un lieu intermediaire; & le chemin qu'elles feroient l'une vers l'autre, ſeroit en raiſon renverſée de leur maſſe.

Si la lune & la terre n'étoient pas retenues dans leur orbe, par une *ame agiſſante*, ou par quelque force équivalente, la terre monteroit vers la lune environ juſqu'à la cinquante quatriéme partie de l'eſpace qui les ſépare, la Lune deſcendroit vers la terre environ juſqu'à la cinquante troiſiéme partie de cet eſpace, & là, elles ſe joindroient, ſuppoſé que leur denſité ſoit la même.

§. 387. Kepler n'eſt pas le ſeul qui ait parlé de l'attraction. Frenicle, un des premiers Académiciens des Sciences la concevoit comme une force miſe par le Créateur dans ſon Ouvrage pour le conſerver ; & Roberval la définiſſoit : *Vim quamdam corporibus inſitam quâ partes illius in unum coïre affectent.*

§. 388. Il eſt certain, que ſi on accorde aux Newtoniens cette ſuppoſition d'une attraction répandue dans toutes les parties de la matiére, ils expliquent merveilleuſement par cette attraction les Phénoménes aſtronomiques, la chute des corps, le flux & le reflux de la mer, les effets de la lumiére, la cohéſion des corps, les opérations chimiques ; & que preſque tous les effets naturels deviennent une ſuite de cette force que l'on ſuppoſe répandue dans toute la matiére, quand on l'a une fois admiſe : ainſi, dans ce ſiſtême, la terre & la lune tournent autour du Soleil, parce que le Soleil les attire l'une & l'autre ; mais la terre ayant plus de maſſe que la lune, & étant beaucoup plus près de cette Planette, que le Soleil, force la lune à tourner autour d'elle, par la ſupériorité de ſon attraction.

Comment l'attraction opére la chute des corps, & les Phénoménes aſtronomiques, quand on l'a une fois admiſe.

Toutes les irrégularités de la lune dans ſon cours, ſont une ſuite palpable de la combinaiſon de l'attraction du Soleil & de la terre ſur la lune ; car l'énergie de cette attraction variant

riant avec les positions des corps qui s'attirent; elle doit changer continuellement la courbe que la lune décrit autour de la terre, puisque cette Planette s'approche & s'éloigne successivement de la terre, & du soleil.

L'attraction étant regardée par quelques Newtoniens comme une propriété essentielle de la matiére, elle est toujours supposée reciproque: ainsi, la terre en gravitant vers le Soleil, fait graviter le Soleil vers elle, & le Soleil & la terre s'attirent réciproquement l'un l'autre en raison directe de leurs masses; mais ils s'avancent l'un vers l'autre en raison inverse de ces mêmes masses, & le chemin que la terre fait vers le Soleil, est au chemin que le Soleil fait vers la terre dans le même tems par cette seule attraction, comme la masse du Soleil est à la masse de la terre, de même, la terre en forçant la Lune à tourner autour d'elle par la supériorité de son attraction, obéit elle-même à l'attraction que la Lune exerce sur elle; cette attraction de la Lune altére beaucoup la courbe que la terre décrit en tournant autour du Soleil, elle est cause en partie des marées auxquelles l'attraction du Soleil contribue aussi d'une quantité déterminée.

C'est par la même raison que la terre va plus lentement, quand elle est dans le signe des poissons, parce qu'étant alors plus près des Planetes de Mars & de Vénus, les attractions que ces deux Planettes exercent sur elle, contre-

balancent

balancent en partie celle du soleil, & retardent par conséquent le chemin de la terre vers cet astre.

Les Cometes elles-mêmes trouvent leur route toute tracée par cette attraction ; & M. Newton ayant calculé selon ce principe, lorsque la Comete de 1680. parut, le chemin qu'elle devoit faire, eut la satisfaction de la voir répondre chaque jour aux points qu'il avoit marqués.

Les altérations que Jupiter, & Saturne, reçoivent dans leur cours, sont encore un effet calculé de cette attraction ; car lorsque ces deux puissantes Planettes se trouvent en conjonction, leur cours subit les changemens qui doivent résulter de leur attraction mutuelle ; cette conjonction qui arrive rarement à cause du tems que ces deux énormes Globes mettent à faire leur révolution dans leur orbe, arriva du tems de M. Newton, & il les vit éprouver d'une façon sensible, les dérangemens qu'il avoit prévus & calculés.

Tous les Phénoménes astronomiques enfin qui paroissent presqu'inexpliquables dans le système des tourbillons, ne semblent être que des corollaires nécessaires de l'attraction universelle répandue dans la matiére ; car non-seulement cette attraction fait voir pourquoi une Planette tourne autour d'une autre, pourquoi la terre, par exemple, tourne autour de la terre ; mais elle fait voir aussi en combien de tems elle y doit

doit tourner, & l'on prendroit sur cela les calculs pour des observations tant ils se rapportent ensemble.

L'attraction produit aussi les effets chimiques, la cohésion des corps, &c.

§. 389. Ce principe si fécond dans l'Astronomie, ne l'est pas moins dans la plûpart des effets qui s'opérent ici-bas, la pésanteur & la chute des corps vers la terre, l'aplatissement de la terre vers les poles, & son élevation à l'équateur se déduisent aussi merveilleusement bien de l'attraction en raison renversée du quarré des distances.

Mais alors elle décroît dans une plus grande raison, que celle des quarrés.

Les Newtoniens qui font de l'attraction une propriété inséparable de la matiére, la veulent faire régner par tout; mais quand ils veulent expliquer par son moyen, la cohésion des corps, les effets chimiques, les Phénoménes de la lumiére, &c. ils sont obligés de supposer d'autres loix d'attraction, que celle qui dirige le cours des Astres, & qui agit en raison double inverse des distances.

M. Newton en calculant les effets qui doivent résulter des différentes loix possibles d'attraction, a trouvé & démontré: *que si l'attraction qu'un corps éprouve dans le contact est beaucoup plus forte que celle qu'il éprouve à toute distance finie, cette attraction décroît dans une plus grande raison que celle du quarré des distances*; & vice versa.

Les Disciples de M. Newton, dont la plûpart ont poussé leurs conjectures beaucoup plus loin

loin que lui en bien des choſes ont conclu de ce théoréme, que puiſque l'on ne peut attribuer ſelon eux, ces Phénoménes à aucun fluide ambiant, ni aux mouvemens conſpirans des parties des corps, ni à aucune cauſe externe, il falloit qu'il y eût entre les parties de ces corps une force interne capable de les tenir unies enſemble; & que puiſque cette force augmente à un tel point dans le contact qu'il devient ſenſible, & que les corps ne peuvent plus alors être ſéparés qu'avec peine, il falloit que l'attraction qu'ils éxercent alors l'un ſur l'autre, décrut dans une plus grande raiſon, que celledu quarré des diſtances.

On pourroit nier premierement cette concluſion précipitée; *qu'aucun fluide ambiant, ni les mouvemens conſpirans des parties des corps ne peuvent être la cauſe de ces Phénoménes*; mais je ne m'engagerai pas ici dans le détail des Phénoménes & de leurs cauſes méchaniques; mon but étant ſeulement de vous faire voir en général, comment les Newtoniens prétendent expliquer ces Phénoménes par l'attraction, & quelles ſont les raiſons qui doivent faire rejetter cette attraction, lorſqu'on la donne pour cauſe.

Les Newtoniens expliquent par cette attraction qu'ils ſuppoſent agir au moins en raiſon du cube des diſtances, & qui eſt ſi puiſſante dans le contact, preſque tous les Phénoménes qui nous entourent; ainſi, diſent-ils, ſi les par-

ties des corps cohérent enſemble, c'eſt que ſe touchant par pluſieurs points de leur ſurface, l'attraction en raiſon des cubes, qui ſeule agit alors entr'elles d'une façon ſenſible, les attache fortement l'une à l'autre. Ainſi, les différentes cohéſions, la dureté, la moleſſe, la fluidité, dépendent des différens dégrés de contact des parties qui compoſent les corps : voilà pourquoi la poix ou quelqu'autre matiére gluante miſe entre deux corps, rempliſſant les interſtices qui ſe trouvent entre leurs parties, & uniſſant leur ſurface, augmente leur cohéſion.

C'eſt cette attraction qui fait que toutes les goutes des fluides ont la forme ſphérique, & qu'elles s'aplatiſſent du côté par lequel elles touchent le ſuport qui les ſoutient, & qu'elles s'applatiſſent plus ou moins ſelon que ce ſuport eſt plus ou moins attirant, c'eſt-à-dire, ſelon qu'il eſt plus ou moins denſe ; & que les parties du fluide qui compoſe ces goutes, s'attirent plus ou moins fortement l'une l'autre ; c'eſt par la même raiſon que la ſurface de l'eau contenue dans un vaſe eſt concave, & que celle du mercure y eſt convexe ; car les parties de l'eau s'attirant moins fortement l'une l'autre, que les bords du vaſe ne les attirent, s'élevent vers ces bords ; mais il arrive le contraire au mercure par la raiſon contraire.

C'eſt cette attraction qui éleve l'eau dans

L'aſcenſion de l'eau dans les tubes capillaires, ſi difficile à expliquer dans les détails par la preſſion d'une matiére ſubtile, eſt une ſuite de l'attraction

l'attraction des parties du tube, plus puissante sur l'eau, que l'attraction mutuelle que les parties de l'eau exercent les unes sur les autres ; mais le mercure au contraire, ne monte jamais dans les tubes capillaires, à cause de la densité de ses parties, dont l'attraction mutuelle est supérieure à celle du verre : c'est encore, selon eux, par ce même principe que l'huile monte dans le coton d'une lampe, que l'encre s'attache à ma plume, que la séve circule dans les plantes, &c. les tubes capillaires.

La réfraction, & même la réflexion de la lumière dans de certaines circonstances dépendent aussi, selon les Newtoniens, de cette attraction, en raison inverse du cube des distances : ainsi, le rayon se brise d'autant plus que le milieu qu'il traverse est plus dense, parce que ce milieu l'attire d'autant plus fortement, qu'il est plus dense ; le rayon se réfléchit à une certaine obliquité d'incidence, en passant du cristal dans l'air, parce qu'à une certaine obliquité, l'attraction du cristal sur le rayon est plus puissante que son mouvement vertical, par lequel il tend à pénétrer le cristal ; le rayon s'infléchit en passant près des bords des corps, parce qu'à une très-petite distance les corps l'attirent sensiblement : enfin, le prisme sépare les différens rayons, parce qu'il les attire chacun différemment. Les effets de la lumière dépendent aussi de l'attraction selon les Newtoniens.

Les fermentations, les cristallisations, les dissolutions, les effervescences, tous les effets

chimiques enfin, ſont auſſi ſoumis à cette attraction ſi puiſſante dans le contact, & M. Frenid célébre Anglois a donné une chimie entiére fondée ſur ce principe, mais comme les effets chimiques ſont infiniment compliqués, on eſt obligé de ſuppoſer ſouvent des loix nouvelles d'attraction, quand celles des cubes n'eſt pas ſuffiſante pour le détail des explications : ainſi, l'on eſt obligé de faire varier les loix à meſure que les Phénoménes varient.

§. 390. Quelques Newtoniens ſentant l'inconvenient de ſupoſer ainſi des loix d'attraction ſelon les beſoins, & à combien de reproches cette facilité de créer de nouvelles loix de la nature pour chaque effet, les expoſoit, ont imaginé d'expliquer tous les Phénoménes tant céleſtes que terreſtres, par une ſeule & même attraction, qui agit comme une quantité algebrique $\frac{a}{xx.}+\frac{b}{x^3.}+$ &c. x marquant la diſtance, c'eſt-à-dire, (car vous n'entendez pas encore cette langue) comme le quarré, plus le cube, plus, &c. à des diſtances éloignées, comme par exemple, à celle des Planetes ; la partie de l'attraction qui agit comme le cube, eſt preſque nulle, & ne dérange qu'infiniment peu l'autre partie de l'attraction, qui agit comme le quarré, & d'où dépend l'éllipticité des orbites (§. 348.)

Mais à des diſtances très-petites, & dans le contact

contact des corps, la partie de l'attraction qui agit en raison du cube, ou d'une plus grande puissance devient à son tour très-forte, par rapport à l'autre, qui est alors presqu'insensible.

Cette explication est assurément très-ingénieuse, & prévient bien des objections & des reproches que l'on pourroit faire aux Partisans trop zélés de l'attraction.

Usage que Messieurs Freind & Keill ont fait de ce principe d'attraction.

§. 391. M. Keill, a mis à la fin de son *Introductio ad veram Astronomiam*, plusieurs propositions, par le moyen desquelles il prétend que l'on pourroit déduire géometriquement la plûpart des Phénoménes de cette attraction si puissante dans le contact.

Selon ces propositions, non-seulement la cohésion & les effets chimiques sont des suites de l'attraction ; mais le ressort des corps & les Phénoménes de l'électricité s'y trouvent aussi soumis.

M. Keill, frere de celui dont je viens de parler, a fait un traité de la sécretion animale, qu'il explique aussi par l'attraction.

On trouve la source de toutes ces applications de l'attraction dans les questions que M. Newton a mis à la fin de son optique. Les disciples de ce grand homme ont cru que ses doutes même pouvoient servir de fondement à leurs hypothéses: il faut avouer que quelques-unes de ces hypothéses sont un peu forcées, & qu'il y a bien de la différence pour la justesse & la préci-

ciſion entre les applications que l'on fait de l'attraction aux Phénoménes céleſtes, & l'uſage que l'on en fait dans les autres effets dont je viens de parler; auſſi cet uſage de l'attraction n'eſt-il pas auſſi univerſellement reçu par les Newtoniens mêmes, que celui que l'on fait pour l'explication des Phénoménes aſtronomiques.

§. 392. M. de Maupertuis eſt de tous les Philoſophes François, celui qui a pouſſé le plus loin ſes recherches ſur l'attraction; il donna en 1732. à l'Académie des Sciences un Mémoire, dans lequel il recherche la raiſon de la préférence, que le Créateur a donné à la loi d'attraction, en raiſon inverſe du quarré des diſtances, qui a lieu dans les Phénoménes aſtronomiques, & dans la chute des corps, ſur les autres loix poſſibles, qui ſemblent avoir eu un droit égal à être employées; & il trouve par ſon calcul, que de toutes les loix qu'il a examinées, il n'y a que celle en raiſon inverſe du quarré des diſtances qui donne la même attraction pour le tout & pour les parties qui le compoſent, & qui joigne à cet avantage celui de la diminution des effets avec l'éloignement des cauſes; ces deux avantages de l'uniformité & de l'analogie, ont paru à M. de Maupertuis pouvoir être les raiſons qui ont déterminé le Créateur à choiſir la loi d'attraction, en raiſon inverſe du quarré des diſtances, par préférence à toutes les autres loix qu'il a parcourues. §. 393.

Idée de M. de Maupertuis, ſur la loi qui fait l'attraction dans notre ſiſtême planetaire.

Acad. des Sciences. 1732.

§. 393. La considération des effets qui doivent résulter de la loi d'attraction, en raison double inverse des distances, telle qu'elle a lieu dans la nature, selon les Newtoniens, fait découvrir un Phénoméne bien singulier, c'est que selon cette loi, dans l'intérieur d'une Sphére creuse, il pourroit y avoir dans l'hipothése de l'attraction en raison double inverse des distances, un monde destitué des Phénoménes de la pesanteur, & dont les habitans iroient en tout sens avec une égale facilité ; car dans la concavité d'une surface sphérique, les parties de cette surface qui agissent sur le corpuscule placé dans un point quelconque de la concavité, ont toujours des actions égales, la partie la plus étroite exerçant sur le corpuscule, à raison de la plus grande proximité, une attraction, qui contrebalance celle qui est exercée par la plus large, ces deux choses, la distance du corpuscule, & la longueur de la surface sphérique qui agit sur lui, croissant toujours en même proportion dans cette loi. Ainsi, selon ce siltême, dans une Sphére concave les corps ne seroient point pésans, mais ils s'attireroient l'un l'autre d'une façon très-sensible, puisque leur attraction mutuelle ne seroit point absorbée comme ici-bas, par une attraction plus puissante.

Phénoméne singulier qui résulteroit de l'attraction en raison inverse du quarré des distances dans une Sphére concave.

Le Mémoire de M. de Maupertuis, dont je viens de parler est comme tout ce que fait ce Philosophe, plein de sagacité & de finesse de

calcul, il n'y donne ſon opinion ſur la raiſon de préférence de la loi inverſe des quarrés ſur toutes les autres, que comme un doute, mais ce ſont aſſurément les doutes d'un grand homme.

§. 394. Si ce Philoſophe avant de rechercher la raiſon de préférence d'une loi d'attraction ſur une autre, avoit recherché la raiſon ſuffiſante de l'attraction elle-même, il eſt vraiſemblable qu'il auroit bien-tôt reconnu que cette attraction, telle que les Newtoniens la propoſent, c'eſt-à-dire, en tant qu'on en fait une propriété de la matiére, & la cauſe de la plûpart des Phénoménes, eſt inadmiſſible ; car ſelon les principes de M. de Maupertuis même, s'il y a eu une raiſon de préférence pour la loi d'attraction que Dieu a employée, il y en doit avoir eu une pour l'attraction elle-même.

Le principe de la raiſon ſuffiſante fait voir que l'attraction n'eſt qu'un Phénoméne.

§. 395. Ce principe de la raiſon ſuffiſante auquel vous avez vû dans le Chapitre premier qu'il eſt impoſſible de renoncer, détruit ce Palais enchanté fondé ſur l'attraction; car ſoit le corps A. qui ſoit attiré par le corps B. ſelon une certaine loi à travers le vuide BA. le corps A. s'approchera du corps B. dans la direction AB. avec une vîteſſe à tout moment accelerée, l'état du corps A. lorſqu'il ſe meut avec cette vîteſſe accelerée, & dans une direction déterminée, eſt aſſurément différent de l'état précédent, c'eſt-à-

Planche 6. *Fig.* 36.

dire

dire, de l'état de repos, dans lequel il étoit avant d'être transporté dans la Sphére d'activité du corps B. car le corps mû ne peut être substitué, sauf toutes les déterminations, à la place du corps en repos; il est donc arrivé un changement dans le corps A. ce changement a eu sa raison: ainsi, il faut chercher cette raison, ou dans le corps mû, ou hors de lui, & dans les Etres extérieurs qui agissent sur lui.

Cette raison n'est point dans ce corps, car ce corps A. qui étoit d'abord en repos, ne pouvoit se mouvoir de lui-même, ni se donner une certaine vîtesse & une certaine direction, étant par sa nature indifférent au mouvement, & au repos, & à toutes les directions & les vîtesses.

Cette raison n'est pas non plus hors de lui; car l'espace AB. étant vuide par supposition, & les Newtoniens excluant toute matiére subtile intermediaire, ou émanante du corps B. vers le corps A. il n'entre rien dans le corps A. qui soit parti du corps B. par où on puisse expliquer le changement qui s'est fait dans le corps A. Par conséquent ce corps A. n'a rien perdu, & n'a rien reçu, puisque rien n'y est entré, & que rien n'en est sorti, & que toutes ses déterminations internes sont les mêmes, que lorsqu'il étoit en repos: cependant il est arrivé un changement dans ce corps A. Ainsi, il faut dire, que ce changement n'a point eu de raison suffisante, & le Créateur même ne pourroit point dire, Fig. 16

dire, (dans cette supposition) si un corps qui est en repos, se mouvra, & selon quelle loi, en ne jugeant que sur ce qu'il peut voir & connoître dans ce corps même, & en faisant abstraction du corps attirant & ne voyant que le corps attiré, & ce qui agit immédiatement sur lui; car on juge des changemens d'un corps, par le changement de ses déterminations internes, par ce qui survient de mutable à ce corps, qui fait que son état présent est différent de celui qui l'a précedé. Ce sont là les données du problême, par le moyen desquelles il faut aller à ce que l'on cherche: or, on peut dire que dans le sistême de l'attraction, Dieu même ne pourroit résoudre ce problême; car toutes les déterminations du corps demeurant parfaitement les mêmes, & aucune altération ne pouvant y survenir du dehors, il est absolument impossible, même à Dieu, l'unique fondement de prédiction étant ôté, de dire si ce corps doit se mouvoir, ou non, & quelle loi il suivra dans son mouvement.

L'attraction ne peut être une propriété inhérente, ni donnée de Dieu à la matiére.

§. 396. On ne peut dire que Dieu pourroit connoître ce qui arriveroit au corps dans la supposition présente, en ce que l'attraction que l'on suppose, étant une propriété appartenante à toute la matiére, Dieu a pû prévoir ce qui doit arriver en conséquence de cette propriété; car l'attraction fait mouvoir les corps avec une certaine vîtesse, & selon une certaine direction: or

or, cette direction, ni cette vîteſſe ne ſont point néceſſaires, puiſque cette attraction dirige ici-bas les corps graves vers le centre de la terre, & que dans la Lune, elle les fait tendre vers le centre de la Lune, & dans les autres Planetes vers les centres de ces Planetes, & qu'elle les y fait arriver plus ou moins vîte, ſelon la maſſe & le diametre de ces Planetes, comme M. Newton l'a fait voir.

Donc par la ſeule conſidération d'un corps, & de ce qui agit immédiatement ſur lui, Dieu même ne pourroit prévoir quelle ſeroit en vertu de ſon attraction, ſa direction, ni ſa vîteſſe, puiſque cette vîteſſe eſt différente dans les différentes Planetes, & diverſement altérée dans la même Planete, ſuivant les différens éloignemens du corps au centre de cette Planete: or, la direction & l'accélération d'où réſulte le degré de vîteſſe étant variables, & la cauſe que l'on leur aſſigne, c'eſt-à-dire, l'attraction ne pouvant rendre raiſon de l'un ni de l'autre, il ſuit clairement que cette cauſe n'eſt point une cauſe recevable, puiſqu'elle ne contient rien par où un Etre intelligent puiſſe comprendre pourquoi la vîteſſe & la direction qui ſont ici les déterminations de l'Etre qu'on conſidére, ſont plûtôt telles que tout autrement; car c'eſt elle ſeule qui diſtingue une cauſe ſuffiſante d'une cauſe inſuffiſante (v. chap. 1^r. §. 9. & 10.)

Il ſuit de tout ce qu'on vient de dire, que puiſque la direction & la vîteſſe qui réſultent de

de l'attraction ſont variables, l'attraction n'eſt point une propriété de la matiére; car les propriétés étant fondées dans l'eſſence ſont néceſſaires comme elle, (v. ch. 3.) or le néceſſaire ne peut-être poſſible que d'une ſeule maniére; de plus, l'attraction ne découle point de l'eſſence de la matiére; ainſi, elle ne peut point être, non plus que la penſée, un attribut donné de Dieu à la matiére; car on a vu dans le ch. 3. que les propriétés ſont incommunicables, & ne peuvent point être tranſplantées dans les ſujets par la ſimple volonté de Dieu, étant abſolument contraire au principe de la raiſon ſuffiſante que les eſſences ſoient arbitraires: or, puiſque l'attraction ne peut point être eſſentielle à la matiére, qu'elle ne découle point de ſon eſſence, il s'enſuit que Dieu n'a pu lui donner cette propriété.

Et c'eſt ce qui découle néceſſairement de la doctrine des eſſences.

§. 397. On ne peut donc ſe diſpenſer de reconnoître, que l'attraction, ſi on entend par ce mot autre choſe qu'un Phénoméne, dont on cherche la cauſe, ſeroit abſolument ſans raiſon ſuffiſante.

§. 398. Puiſque tout ce qui eſt, doit avoir une raiſon ſuffiſante pourquoi il eſt ainſi plûtôt qu'autrement, la direction & la vîteſſe imprimées par l'attraction, doivent donc trouver leur raiſon ſuffiſante dans une cauſe externe, dans une matiére qui choque le corps, que l'on regarde comme attiré, & qui détermine par ſon action

la direction & la vîteſſe de ce corps, auquel ces déterminations ſont indifférentes par lui-même. Ainſi, il faut chercher par les loix de la Mécanique une matiére capable par ſon mouvement de produire les effets que l'on attribue à l'attraction.

§. 399. De ſçavoir ſi celle que Meſſieurs Deſcartes, Hughens, & autres ont ſuppoſé, ſuffit pour ſatisfaire à tous les Phénoménes, c'eſt encore un problême; mais quand même aucune de ces matiéres n'y ſatisferoit, la vérité n'en ſouffriroit rien, & il n'en ſera pas moins conſtant que tous ces effets doivent être opérés par des cauſes méchaniques, c'eſt-à-dire, par la matiére, & le mouvement.

Un défaut dans lequel quelques Anglois trop zélés pour l'attraction, ſont tombés, c'eſt de faire de toutes les objections contre les tourbillons des démonſtrations en leur faveur. Ainſi, quand ils ont détruit quelques-unes des explications méchaniques que l'on a tâché de donner aux Phénoménes qu'ils attribuent à l'attraction, ils en concluent, *qu'il faut donc attribuer tous ces effets à l'attraction de toute la matiére*; mais cette concluſion n'eſt nullement légitime; car c'eſt faire un ſaut dans le raiſonnement, ce qui n'eſt pas permis en bonne logique. *Keill's Animal Secretion.*

Je ne vous parlerai point des obſervations que Monſieur Bouguer vient de faire dans la Montagne de Simbolaſſo au Perou, ſur le fil à plomb des Inſtrumens Aſtronomiques, car *Expérience faite au Perou par M. Bou-*

guer ſur le fil à plomb.

car n'étant point données encore au Public, on n'en peut rien ſçavoir, ſinon que M. Bouguer a crû appercevoir d'une maniére ſenſible une déviation dans la direction du fil à plomb de ſon Quart de cercle, & qu'il a attribué ce dérangement à l'attraction: mais la juſteſſe de cette expérience dépend des plus petites différences, ſuivant M. Bouguer même; il peut s'y mêler des circonſtances étrangéres, qui doivent ſe dérober à l'exactitude, & à la perſpicacité de l'obſervateur; en un mot M. Bouguer ne propoſe point ſes obſervations comme abſolument déciſives, il les donne pour avertir qu'on les répete, & qu'on faſſe attention aux erreurs qui pourroient peut-être retomber de ce côté-là, ſur la meſure de la terre; mais quand même cette obſervation ſeroit hors de tout doute, il reſteroit encore à examiner, ſi quelque matiére ſubtile n'eſt point la cauſe de ce Phénoméne; car rien n'eſt moins concluant en faveur de l'attraction, que de faire voir que telle ou telle explication méchanique d'un Phénoméne ne peut ſubſiſter: il viendra peut-être un tems où l'on expliquera en détail les directions, les mouvemens, & les combinaiſons des fluides, qui opérent les Phénoménes, que les Newtoniens expliquent par l'attraction, & c'eſt une recherche dont tous les Phyſiciens doivent s'occuper.

Il faut rechercher la cauſe méchanique qui opére les Phénoménes qu'on attribue à l'attraction.

CHAP.

Fig. du Ch. 16.

Fig. 32

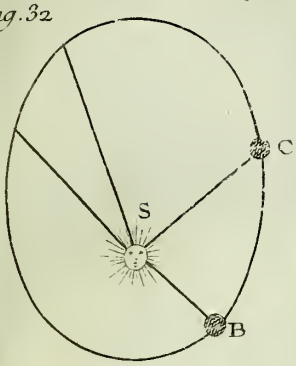
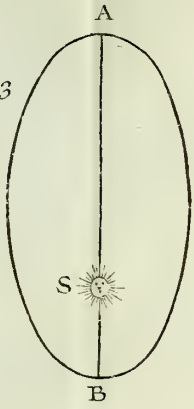


Fig. 33



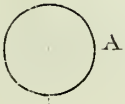


Fig. 36

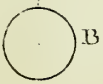


Fig. 35

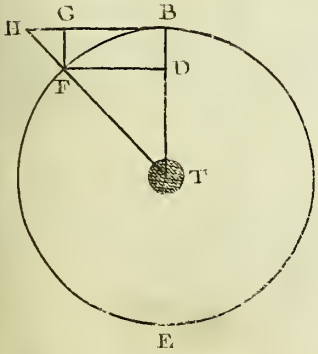
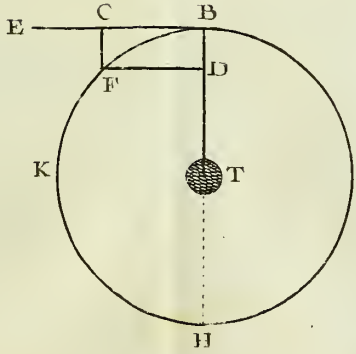


Fig. 34



Pl. 6

CHAPITRE XVII.

Du repos, & de la chute des Corps sur un plan incliné.

§. 400.

L'Action de la gravité est toujours uniforme, & toujours dirigée perpendiculairement vers le centre de la terre (§. 303. & 338.) Ainsi, lorsqu'un Corps qui tombe vers la terre change sa direction ou son mouvement, il faut nécessairement que quelque cause étrangére se soit mêlée à l'action de la gravité sur lui.

Par quelles causes un Corps qui tombe vers la terre, change sa direction.

§. 401. Ces causes étrangéres peuvent être actives

actives ou passives; les causes actives sont celles qui impriment un nouveau mouvement aux corps, comme lorsque je jette une pierre qui seroit tombée par la seule force de sa gravité.

Les causes passives sont celles qui n'impriment aucun nouveau mouvement au corps, mais qui changent seulement sa direction.

Les plans inclinés, c'est-à-dire, les superficies planes, qui font un angle oblique avec l'horison, sont des causes passives qui changent la direction du corps sans lui imprimer aucun mouvement.

§. 402. Si ces plans étoient paralleles ou perpendiculaires à l'horison, ils ne changeroient point la direction des corps qu'on y auroit placés; mais dans le premier cas ils opposeroient un obstacle invincible à la descente de ce corps, comme le plan AB. au corps P. car ce corps étant entierement soutenu par le plan y resteroit en repos toute l'éternité, à moins que quelque cause extérieure n'agît sur lui pour le tirer de ce repos.

Dans le second cas, c'est-à-dire, si le plan étoit perpendiculaire à l'horison comme dans la Figure 38. il n'apporteroit aucun obstacle à la chute du corps P. & ce corps descendroit vers la terre le long de ce plan, de même que si ce plan n'y étoit pas, (en faisant abstraction du frottement) car l'action de la gravité étant toujours dirigée perpendiculairement à l'horison, le plan vertical A. B. ne peut apporter aucun obstacle à son action. *Fig. 38.*

§. 403.

§. 403. Mais lorſque ce plan eſt incliné à l'horiſon, comme dans la Figure 39. alors il s'oppoſe en partie à la deſcente du corps vers la terre. Les plans inclinés changent la direction des corps en s'oppoſant à leur chute. *Fig.* 39.

Les corps qui tombent par un plan incliné, ont donc une gravité abſolue, & une gravité reſpective, c'eſt-à-dire, diminuée par la réſiſtance du plan.

Leur gravité abſolue eſt la force avec laquelle ils deſcendroient perpendiculairement vers la terre, ſi rien ne s'oppoſoit au mouvement qui les y porte, & leur gravité reſpective eſt cette même force diminuée par la réſiſtance du plan.

La ligne AC. perpendiculaire à l'horiſon, s'appelle la hauteur du plan. Définitions. *Fig.* 39.

§. 404. La ligne AB. oblique à l'horiſon, s'appelle la longueur du plan.

§. 405. La ligne BC. qui eſt paralelle à l'horiſon, s'appelle la baſe du plan, & l'angle ABC. que le plan AB. fait avec l'horiſon, s'appelle l'angle d'inclinaiſon de ce plan.

§. 406. La gravité reſpective d'un corps dans un plan incliné, eſt à ſa gravité abſolue, comme la longueur du plan eſt à la hauteur; car ce plan ne s'oppoſe à la deſcente perpendiculaire du corps, & ne diminue par conſéquent

ſa gravité abſolue qu'autant qu'il eſt incliné à l'horiſon, puiſque s'il y étoit perpendiculaire, il ne s'y oppoſeroit point du tout (§. 401.) Donc plus ce plan eſt incliné à l'horiſon, ou ce qui eſt la même choſe, moins il a de hauteur, plus le corps eſt ſoutenu par le plan, & moins il a par conſéquent de gravité reſpective: donc la gravité reſpective de ce corps ſur ce plan, eſt à ſa gravité abſolue, comme la hauteur du plan eſt à ſa longueur.

La gravité reſpective eſt à la gravité abſolue dans un plan incliné, comme la hauteur du plan eſt à ſa longueur.

§. 407. La gravité reſpective du même corps ſur des plans différemment inclinés, eſt comme l'angle d'inclinaiſon de ces plans, car plus cet angle augmente, plus la gravité reſpective du corps eſt grande, & au contraire.

Ainſi, la gravité reſpective du corps P. eſt plus grande ſur le plan AD. que ſur le plan AC. car l'angle ADB. eſt plus grand que l'angle ACB.

Fig. 40.

§. 408. Si l'angle de l'inclinaiſon devenoit un angle droit, la gravité reſpective ſe confondroit avec la gravité abſolue, à laquelle elle ſeroit égale; car alors le plan ne réſiſtant point à la chute du corps, il ne diminueroit point ſa gravité abſolue.

§. 409. Si cet angle devenoit nul, la gravité deviendroit auſſi nulle, & le corps n'auroit plus aucune tendance à ſe mouvoir le long du plan, lequel

lequel seroit alors horisontal, & si cet angle devenoit infiniment petit, la gravité respective de ce corps deviendroit infiniment petite.

§. 410. Un plan incliné ne peut par lui-même empêcher le corps qui est posé sur lui de descendre vers la terre, il ne peut que retarder sa chute : ainsi, afin qu'un corps reste en repos sur un plan incliné, il faut que quelqu'autre force que la résistance du plan l'y soutienne.

Du repos des corps sur un plan incliné.

§. 411. Un corps qui reste en repos sur un plan incliné est tenu en équilibre par deux puissances qui contrebalancent sa gravité absolue. 1°. La résistance du plan qui agit, selon la ligne BD. perpendiculaire à ce plan, car le plan étant pressé selon cette ligne par le poids P. presse ce poids selon la même direction, à cause de l'égalité de l'action & de la réaction. 2°. La force extérieure qui soutient le corps, sur le plan.

Comment un corps peut-être tenu en équilibre sur un plan incliné. *Fig.* 41.

§. 412. La résistance du plan reste toujours la même dans un même plan, mais la direction de la puissance qui soutient le corps sur ce plan peut changer, & il faut que cette force soit différente dans ses différentes directions pour empêcher les corps de tomber ; car elle soutient plus ou moins dans ces directions différentes.

Quelle proportion la force qui soutient le corps sur un plan incliné, doit avoir au poids dans les différentes directions.

§. 413. Si la puissance qui soutient le cops sur

Fig. 42. le plan eſt verticale comme la puiſſance SP. il faut qu'elle ſoit égale au poids du corps ; car alors elle le ſoutient tout entier, & le plan incliné n'eſt plus compté pour rien.

Fig. 43. §. 414. Cette puiſſance devra être d'autant moindre que ſa direction s'éloignera plus de la direction verticale, en ſorte que quand cette direction ſera paralelle au plan incliné comme dans la Fig. 43. pour que ce corps P. ſoit ſoutenu ſur le plan AB. il faudra que la puiſſance S. ſoit au poids du corps P. comme la hauteur du plan eſt à ſa longueur, c'eſt-à-dire, comme la gravité reſpective de ce corps à la gravité abſolue ; car la gravité reſpective de ce corps eſt la ſeule choſe que cette puiſſance ait à contrebalancer dans cette direction.

Cette direction parallele au plan, eſt celle dans laquelle la puiſſance qui ſoutient le corps doit être la plus petite ; car alors la réſiſtance du plan agit entiérement, & par conſéquent la puiſſance qui empêche le corps de tomber a d'autant moins à ſoutenir.

§. 415. A meſure que la direction de la puiſſance qui ſoutient le corps, s'éloigne du paralleliſme au plan, cette puiſſance doit être plus grande pour empêcher le corps de tomber, en ſorte qu'elle doit être plus grande dans la direction OP. que dans la direction SP. juſqu'à ce qu'enfin ſi elle devenoit perpendiculaire au plan

Fig. 44. & 43.

comme

comme la puissance K P. elle ne pourroit plus, quelque grande qu'elle fût, empêcher le corps de tomber le long du plan ; car elle n'auroit que la même action que le plan AB. lui-même, & par conséquent elle ne pourroit empêcher le corps de tomber le long de ce plan. Fig. 451

§. 416. Enfin, cette puissance pourroit être infiniment petite, si le plan étoit infiniment peu haut, ce qui n'a pas besoin d'être prouvé.

§. 417. Si le poids L. (que je suppose être la puissance qui soutient le corps P. sur le plan AB.) si le poids L. dis-je, au lieu de tenir le corps P. en équilibre sur le plan AB. le faisoit monter parallelement le long de ce plan, tandis qu'il descendroit lui-même perpendiculairement le long de la ligne AC. la hauteur dont le poids P. montera, sera à celle dont le poids L. descendra, comme la hauteur du plan est à sa longueur ; car supposé que le poids L. ait fait monter le poids P. de B. en R. dans le plan AB. c'est comme si ce poids P. étoit monté perpendiculairement de la hauteur RH. mais le poids L. qui descend perpendiculairement est descendu de la hauteur entière BR. or à cause des triangles semblables RBH. ABC. RH. est à BR. comme AC. est à AB. (Euclide Liv. 6. prop. 4.) Donc la hauteur dont le poids P. est monté, est à celle dont le corps L. est descen- Fig. 464

du, comme la hauteur du plan eſt à ſa longueur, & les hauteurs auſquelles ces deux poids monteront & deſcendront ſeront en raiſon réciproque de leur poids.

Pourquoi il eſt plus difficile de monter une montagne, que de marcher dans une plaine.

§. 418. Il eſt aiſé de voir par tout ce qui vient d'être dit, pourquoi un caroſſe monte plus difficilement une montagne qu'il ne roule ſur un terrain horiſontal; car il faut que les chevaux ſoutiennent pendant qu'ils montent une partie du poids du caroſſe, lequel eſt à ſon poids total, comme la hauteur perpendiculaire du plan, c'eſt-à-dire, de la montagne, eſt à ſa longueur; & c'eſt par la même raiſon que l'on roule plus aiſément ſur un terrain uni, que ſur le terrain raboteux; car les inégalités du terrain ſont autant de petits plans inclinés.

§. 419. Deux corps P. & S. qui ſe tiennent en équilibre ſur des plans inégalement inclinés, mais dont la hauteur eſt la même, ſont entr'eux comme la longueur des plans, ſur leſquels ils s'appuyent; car ils ſont alors l'un pour l'autre ce que ſeroient des poids qui les tiendroient en repos ſur ces plans, & dont la direction ſeroit parallele à ces plans (§. 414.)

Fig. 47.

De la chute des corps par un plan incliné.

§. 420. Lorſqu'aucune force ne retient les corps poſés ſur un plan incliné, ils deſcendent néceſſairement vers la terre le long de ce plan (§. 410.) & le mouvement du corps peut-être alors

Fig. 48.

alors conſideré comme un mouvement compoſé, & le plan dans lequel il deſcend comme la diagonale du parallelogramme formé ſur les deux directions compoſantes, ſçavoir, la perpendiculaire vers la terre, que la gravité imprime à tout moment aux corps, & l'horiſontale cauſée par l'inclinaiſon du plan.

§. 421. Mais cette réſiſtance du plan qui imprime au corps la direction horiſontale, ne lui imprime aucun mouvement, puiſque ſi elle avoit ſon effet entier, cet effet ſeroit le repos du corps; elle ne fait donc réellement que retarder le mouvement que la gravité imprime aux corps, & changer la direction de ce mouvement.

§. 422. Ainſi, les corps en deſcendant dans un plan incliné, n'ont d'autre mouvement que celui que la gravité leur imprime ſans ceſſe pour arriver au centre de la terre.

§. 423. Puiſque les corps deſcendent dans un plan incliné par la ſeule force de leur gravité, ils y deſcendent donc d'un mouvement également accéléré; car la raiſon de la gravité reſpective à la gravité abſolue d'un corps ſur un plan incliné étant toujours comme la hauteur du plan à ſa longueur (§. 406.) & la gravité agiſſant toujours uniformément, le corps doit ſe mouvoir d'un mouvement également

accéléré, en descendant dans le plan incliné pendant tout le tems qu'il y descend.

Les corps suivent les mêmes loix dans leur chute par un plan incliné que dans leur chute perpendiculaire.

§. 424. La descente des graves dans un plan incliné suit donc les mêmes loix que leur chute perpendiculaire : ainsi, les espaces qu'ils parcourent dans le plan incliné sont comme les quarrés de leurs tems, ou de leurs vîtesses ; l'espace qu'ils parcourent d'un mouvement accéléré est égal à l'espace qu'ils parcoureroient d'un mouvement uniforme pendant un tems égal, & avec la moitié des vîtesses acquises pendant l'accélération ; & enfin les espaces parcourus dans les tems égaux & successifs de la chute croissent comme les nombres impairs 1. 3. 5. 7. &c. (ch. 13. §. 306.)

Mais les espaces qu'ils parcourent, & les vîtesses qu'ils acquerent, ne sont pas égales en tems égal.

§. 425. Mais si les corps suivent dans leur chute par les plans inclinés les mêmes proportions que dans leur chute perpendiculaire, les vîtesses qu'ils y acquerent, & les espaces qu'ils parcourent ne sont pas égaux en tems égaux, aux vîtesses qu'ils acquerent & aux espaces qu'ils parcourent, lorsqu'ils descendent perpendiculairement.

§. 426. La vîtesse d'un corps qui tombe dans un plan incliné est l'effet de sa gravité respective, & sa vîtesse dans un plan perpendiculaire est celui de sa gravité absolue ; ces vîtesses doivent donc être différentes, puisque les causes qui

qui les produisent sont différentes.

La vîtesse que le corps acquert en tombant dans un plan incliné, est donc à la vîtesse qu'il acquert en tombant perpendiculairement en un tems égal, comme la hauteur du plan est à sa longueur, c'est-à-dire, comme la gravité respective & la gravité absolue qui produisent ces vîtesses, sont entr'elles (§. 406.) & ces vîtesses conservent entr'elles la même raison pendant tous les tems égaux de la chute.

Les vîtesses dans le plan incliné, sont aux vîtesses perpendiculaires en tems égal, comme la hauteur du plan à sa longueur.

§. 427. Voilà pourquoi Galilée se servit du plan incliné pour découvrir les loix que les corps suivent dans leur chute; car les corps observant les mêmes proportions dans leur chute oblique, & dans leur chute perpendiculaire, & leur chute oblique s'operant plus lentement, il lui étoit plus aisé de discerner les espaces que les corps parcouroient, lorsqu'ils tomboient par un plan incliné, que lorsqu'ils tomboient perpendiculairement.

Ainsi, les corps tombent plus lentement dans un plan incliné, que par une ligne perpendiculaire.

§. 428. Les espaces que le corps parcourt en tombant dans un plan incliné sont à ceux qu'il parcoureroit en tombant perpendiculairement dans un tems déterminé, comme la vîtesse du corps dans le plan incliné, est à la vîtesse perpendiculaire au bout de ce tems, c'est-à-dire, comme la hauteur du plan est à sa longueur.

§. 429. Si de l'angle rectangle que la hauteur

teur perpendiculaire du plan fait toujours avec
Fig. 49. l'horiſon, on tire une ligne BD. perpendiculaire au plan incliné AC. la ligne AD. ſera à la ligne AB. comme la ligne AB. eſt à la ligne AC. (Euclide Liv. 6. prop. 8.) Or, on vient de voir que l'eſpace parcouru dans le plan incliné eſt à la chute perpendiculaire dans le même tems, comme la hauteur du plan eſt à ſa longueur. Le corps parcourera donc dans le plan incliné l'eſpace AD. dans le même tems dans lequel il tomberoit perpendiculairement de A. en B. puiſque la ligne AD. eſt à la ligne AB. comme la hauteur du plan eſt à ſa longueur, & il n'y a dans le plan AC. que cet eſpace AD. qui puiſſe être parcouru en même tems que l'eſpace AB. car il n'y a dans le plan incliné ABC. que cet eſpace AD. qui puiſſe être à l'eſpace AB. comme AB. eſt à AC. (Euclide Liv. 6. prop. 8.)

§. 430. Ainſi, lorſqu'on connoît l'eſpace qu'un corps parcoureroit dans ſa chute perpendiculaire en un tems donné, on connoît celui qu'il parcoureroit dans le même tems dans un plan incliné, dont cette chute perpendiculaire ſeroit la hauteur en tirant de l'angle droit formé par la ligne verticale, & par l'horiſontale une ligne perpendiculaire au plan incliné.

§. 431. C'eſt de cette propoſition que l'on tire cette autre-ci qui eſt d'un uſage très-étendu, ſçavoir : *Que dans un cercle dont le diame-*

tre

re eſt perpendiculaire à l'horiſon, la chute d'un corps par une corde quelconque menée des extrêmités du diametre à la circonférence, ſe fait en un tems égal à celui dans lequel le corps parcoureroit le diametre entier.

Dans le cercle ABC. le diametre AB. perpendiculaire à la ligne horiſontale L M. peut être conſidéré comme la hauteur des plans inclinés AM. AG. or les angles ARB. AKB. ſont droits (Eucl. Liv. 3. prop. 31.) Ainſi, les lignes BK. BR. ſont perpendiculaires aux plans inclinés AM. AG. & par conſéquent les corps qui tomberoient du point A. arriveroient en même tems en R. en K. & en B.

Les corps parcourent en tems égal toutes les cordes d'un cercle dont le diametre eſt perpendiculaire à l'horiſon.

Fig. 50.

On prouvera de la même façon que le corps doit parcourir les cordes KB. RB. dans le même tems dans lequel il parcoureroit le diametre AB. car on peut mener par le point A. les cordes AF. AH. égales & paralleles aux cordes RB. KB. or ces cordes AF. AH. ſeront parcourues dans le même tems que le diametre AB. (par la §. 431.) Donc les cordes RB. KB. qui leur ſont égales & paralleles, ſeront auſſi parcourues dans le même tems que ce diametre AB.

Fig. 50.

§. 432. Il ſuit évidemment de cette propoſition que le point dans lequel la ligne tirée perpendiculairement de l'angle droit au plan incliné rencontre le plan, eſt dans la circonférence du cercle, dont la hauteur du plan eſt le diametre.

§. 433.

§. 433. Ainſi dans un cercle dont le diametre eſt perpendiculaire à l'horiſon, toutes les cordes tirées des extrêmités de ce diametre à la circonférence, ſont parcourus ainſi que le diametre lui-même dans un tems égal, & les corps étant abandonnés à eux-mêmes, arriveront en même tems au point B. ſoit qu'ils partent du point R. ou du point K. ou du point O. ou du point A. ou enfin d'un point quelconque de la circonférence ABC. car chacune de ces cordes peut être conſidérée comme des parties de pluſieurs plans inclinés, dont le diametre AB. eſt la hauteur. Fig. 55.

La raiſon pour laquelle toutes les cordes ſont parcourues en tems égal, c'eſt qu'elles ſont d'autant plus inclinées qu'elles ſont plus courtes, & d'autant plus verticales, qu'elles ſont plus longues.

§. 434. Le tems qu'un corps employe à tomber par un plan incliné eſt d'autant plus long que ce plan eſt plus incliné, & ce tems eſt au tems de la chute perpendiculaire comme la longueur du plan eſt à ſa hauteur.

§. 435. Ainſi, les tems de la chute d'un corps par des plans differemment inclinés, mais dont la hauteur eſt la même, ſont comme les longueurs de ces plans, ce qui n'a pas beſoin

besoin de preuve après ce qui vient d'être dit.

§. 436. J'ai dit (à la §. 425.) que les vîtesses acquises dans le plan incliné, n'étoient pas égales aux vîtesses que le corps auroit acquis en tombant perpendiculairement pendant le même tems, mais ce qui est vrai dans les tems partiaux de la chute, ne l'est plus dans le tems total: car dans les parties de la chute, on compare les vîtesses acquises dans la chute oblique pendant un tems quelconque, aux vîtesses que le corps acquereroit en tombant perpendiculairement pendant le même tems; mais dans la chute totale, on compare les vîtesses acquises dans les tems totaux des deux chutes, l'oblique, & la perpendiculaire. Or, ces tems sont inégaux, puisqu'ils sont entr'eux comme la longueur & la hauteur du plan sont entr'elles. Ainsi, les vîtesses de deux corps, dont l'un tomberoit perpendiculairement, & l'autre par un plan incliné, seroient égales à la fin de leur chute, quoiqu'elles fussent inégales dans un tems quelconque de la chute: ainsi, dans le plan incliné ABC. l'espace AB. & l'espace AD. sont parcourus dans le même tems, mais la vîtesse que le corps a acquis au point B. & au point D. n'est pas égale, la vîtesse acquise au point B. est à celle que le corps a acquis en D. comme AC. à AB. c'est-à-dire, comme la longueur du plan est à sa hauteur.

Les vîtesses acquises à la fin de la chute perpendiculaire & de la chute oblique, sont égales, mais les tems de ces chutes sont inégaux.

Fig. 42.

Mais

Mais lorsque le corps est arrivé en D. & qu'il continue à tomber de D. en C. sa vîtesse croît en même raison que le tems de son mouvement : ainsi, la vîtesse acquise en C. est à la vîtesse acquise en D. comme AC. à AD. ou à AB. c'est-à-dire, comme la longueur du plan est à sa hauteur, puisque les vîtesses croissent comme les tems, (§. 434.) Les vîtesses acquises en B. & en C. sont donc égales, puisqu'elles sont l'une & l'autre à la vîtesse acquise en D. comme AC. à AB.

Cette proposition n'est pas du nombre de celles dans lesquelles la géométrie persuade l'esprit presque malgré lui ; car il est aisé de sentir que la force par laquelle le corps tend à descendre vers la terre, étant la seule qui le fasse descendre dans le plan incliné ; quand cette force a eu tout son effet, elle doit avoir communiqué au corps la même vîtesse, quelque soit le chemin par lequel il soit tombé : ainsi, le corps a acquis la même vîtesse, lorsqu'il a atteint l'horison, soit qu'il y soit parvenu par une ligne perpendiculaire, ou par un plan incliné, ou par plusieurs plans inclinés contigus, pourvû qu'il soit tombé de la même hauteur perpendiculaire.

§. 437. Il suit de là, qu'un corps qui est tombé perpendiculairement de L. en I. a acquis la même vîtesse que s'il étoit tombé de H. en I. *Fig. 51.*

ainsi

ainſi, s'il continuoit de tomber de I. en K. par le plan incliné IK. ſon mouvement ſeroit le même que s'il étoit tombé de H. en K.

Mais comme ſon mouvement eſt plus lent par le plan incliné IK. que par le plan perpendiculaire IM. (§. 426.) un corps qui tomberoit de L. en I. puis de I. en K. arriveroit plus tard à l'horiſon en K. que s'il y étoit arrivé par le plan perpendiculaire LM. quoique par l'un & par l'autre chemin il ait acquis la même vîteſſe; car il a employé cette vîteſſe à parcourir un eſpace plus long dans le premier cas que dans le ſecond.

§. 438. Ainſi, un corps en deſcendant par le plan incliné LM. aura acquis la même vîteſſe en M. que s'il étoit tombé de I. en M. ou de Q. en G. & ſi étant arrivé en M. il continuoit ſon chemin le long du plan incliné MN. il auroit la même vîteſſe en N. que s'il étoit tombé de Q. en N. ou de Q. en P. & ſi étant arrivé en N. il continuoit encore ſon chemin par NO. il auroit acquis en O. la même vîteſſe, que s'il étoit tombé de Q. en R. Ainſi, un corps qui tombe par pluſieurs plans inclinés contigus comme LM. MN. NO. aura acquis, lorſqu'il ſera parvenu à l'horiſon la même vîteſſe, que s'il étoit tombé de la hauteur perpendiculaire de ces plans repréſentée par la ligne QR. en ſuppoſant que dans

Fig. 52.

Une courbe peut être conſidérée comme une infinité de plans inclinés contigus.

dans les changemens de direction en M. & en N. il n'y ait eu aucun frottement qui ait diminué la vîteſſe du corps.

Les corps ſuivent dans les courbes les mêmes loix que dans les plans inclinés.

§. 439. Une courbe n'étant autre choſe qu'une infinité de plans inclinés contigus infiniment petits, les corps en deſcendant dans la courbe QH. acquereroient la même vîteſſe que s'ils étoient tombés de Q. en R.

§. 440. Lorſque les angles d'inclinaiſon de deux plans ſont égaux, ils ſont également inclinés, quoique leur hauteur & leur longueur ſoient différentes, car leur inclinaiſon dépend de l'angle qu'ils font avec l'horiſon, & non de leur hauteur ou de leur longueur.

Les plans également inclinés A B C. a b c. *Fig. 53. & 54.* ayant l'angle d'inclinaiſon B. & b. égal par ſuppoſition, & l'angle en C. & en c. étant droit dans l'un & dans l'autre, ces plans forment des triangles ſemblables, dont les côtés ſont proportionnels (Euclide Liv. 6. prop. 4.) ainſi, A B. eſt à a b. comme A C. eſt à a c. Dans les plans également inclinés, les hauteurs ſont donc proportionnelles aux longueurs; & ſi deux corps deſcendent dans deux plans ou dans pluſieurs plans contigus également inclinés, les tems qu'ils employeront à tomber par ces plans, ſeront entr'eux en raiſon ſous-double de leur longueur, ce qui

Fig. 37

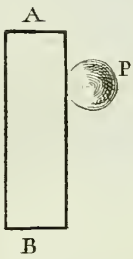
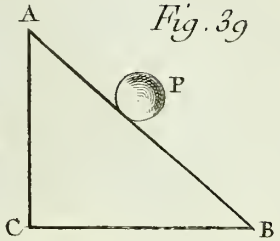


Fig. 38

Fig. 39



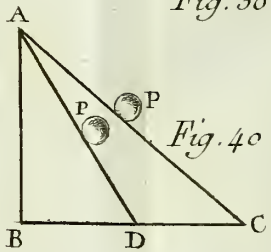


Fig. 40

Fig. 42

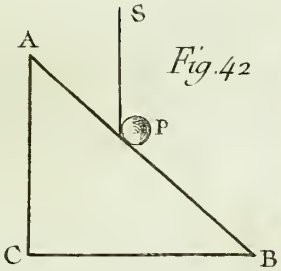


Fig. 41

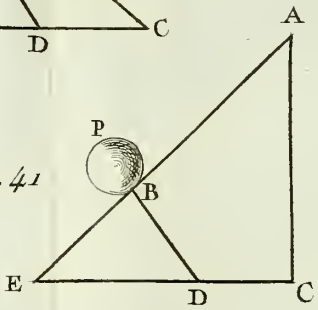


Fig. 45

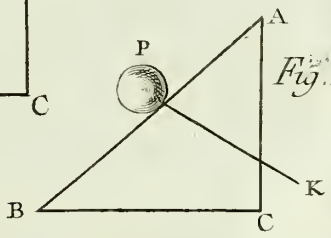
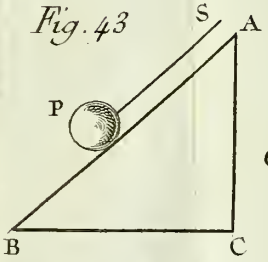


Fig. 43



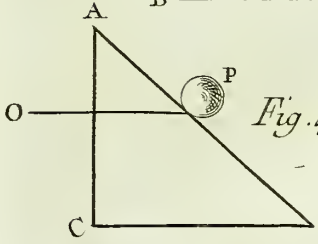


Fig. 44

Fig. 46

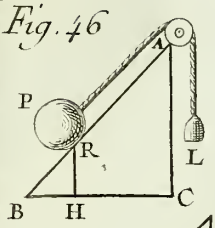


Fig. 47

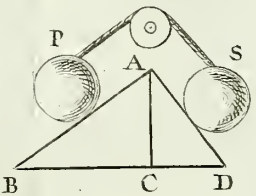


Fig. 48

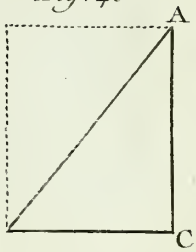


Fig. 49

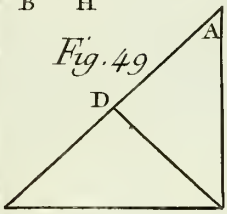


Fig. 50

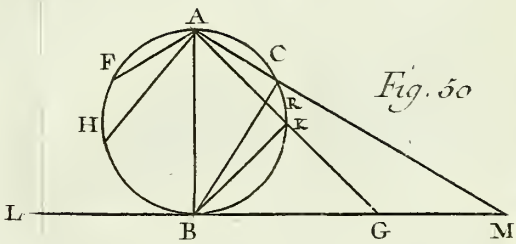


Fig. 51

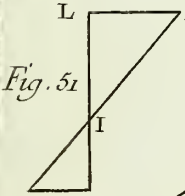


Fig. 52

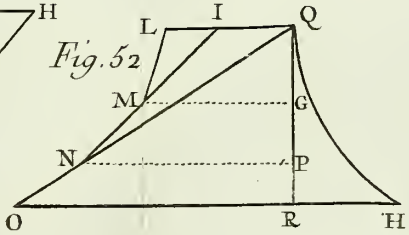


Fig. 53

Fig. 55

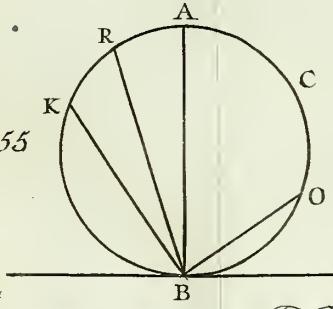
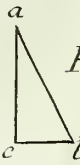


Fig. 54



qui n'a pas besoin de preuve, puisque ces tems sont toujours en raison sous-double des espaces parcourus (§. 315. n°. 4°.)

§. 441. Si au lieu de plans contigus on imagine deux courbes composées de plans inclinés infiniment petits, les tems de la chute dans les deux courbes seront dans la même raison que dans les plans également inclinés.

§. 442. Il suit de tout ce qui a été dit dans ce Chapitre, que les corps en tombant par une superficie quelconque, soit courbe, soit inclinée, acquierent la vîtesse nécessaire pour remonter à la même hauteur, si leur direction venoit à être changée, sans que leur vîtesse fût diminuée, soit qu'ils remontassent par la même surperficie, ou par quelque autre dont la hauteur fût la même; car les corps en tombant par un plan incliné suivent les mêmes loix qu'en tombant perpendiculairement: or dans la chute perpendiculaire les corps acquierent des vîtesses capables de les faire remonter à la même hauteur dont ils sont descendus, & ces vîtesses leur sont ôtées en remontant de la même façon qu'elles leur avoient été imprimées en descendant, & c'est là la cause de l'oscillation des Pendules, dont je vais vous parler dans le Chapitre suivant.

Les corps acquierent dans les plans inclinés la vîtesse nécessaire pour remonter à la même hauteur, dont ils sont tombés.

CHAPITRE XVIII.

De l'Oſcillation des Pendules.

§. 443.

Ce que c'eſt qu'un Pendule.

UN Pendule eſt un corps grave, ſuſpendu à un fil, & attaché à un point fixe autour duquel il peut ſe mouvoir par l'action de la gravité, lorſqu'on l'a mis une fois en mouvement.

Quelle eſt la cauſe de ſes vibrations.

Fig. 56.

§. 444. Si le corps P. ſuſpendu à un fil BP. eſt attaché au point immobile B. & qu'etant tiré de la poſition BP. perpendiculaire à l'horiſon, il ſoit élevé, en C. par exemple, & enſuite abandonné à lui-même, il eſt certain qu'il deſcendra

vers la terre par la force de sa gravité autant qu'il lui sera possible.

Si ce corps étoit entiérement libre, il suivroit la ligne perpendiculaire CL. mais étant attaché en B. par le fil BP. il ne peut obéir qu'en partie à l'effort de la gravité qui le porte dans cette ligne CL. ainsi, il est contraint de descendre par l'arc CP.

Le corps P. en tombant de C. en P. par l'arc CP. a acquis la même vîtesse, que s'il étoit tombé de la hauteur perpendiculaire EP. & par conséquent il a la vîtesse nécessaire pour remonter à cette même hauteur, par la même courbe en tems égal, supposé que quelque cause change sa direction sans altérer sa vîtesse (§. 319. n°. 1°.) Cette cause, qui change la direction que la gravité imprime au corps P. est le fil BP. car lorsque le corps est arrivé en P. il ne peut plus descendre vers la terre; cependant il conserve toute la vîtesse, que la gravité lui avoit imprimée de C. en P. Or, si dans ce moment la gravité cessoit d'agir sur le corps, & qu'il ne fût plus retenu par le fil BP. il suivroit la ligne droite PD. tangente du cercle CP. dans lequel le corps se meut (premiere loi §. 229.); mais le fil BP. opposant au point P. un obstacle invincible à sa gravité, le corps tend à s'échapper par la tangente PD. dont le fil BP. le retire au premier moment pour lui faire commencer une autre tangente, dont il est à tout moment retiré: ainsi, le fil BP. faisant changer à tout mo-

ment de direction à ce corps, il lui fait parcourir l'arc du cercle P R. & cet arc P R. eſt égal à C P. car ce corps par la force acquiſe en tombant de C. en P. doit remonter à la même hauteur d'où il étoit tombé, puiſque la gravité lui ôte de P. en R. tout ce qu'elle lui avoit donné de C. en P. (§. 318.)

C'eſt de la même maniére à peu près que les corps céleſtes font leur révolution dans des courbes autour du Soleil ſans tomber dans cet aſtre, comme je l'expliquerai en parlant de l'Aſtronomie.

Lorſque le corps P. eſt arrivé en B. toute la force qu'il avoit pour remonter étant conſumée, il tombera de nouveau en P. par la peſanteur, d'où il remontera en C. & ainſi de ſuite. Cette allée & ce retour du Pendule BP. de C. en P. & de P. en R. eſt ce qu'on appelle les oſcillations, les vibrations de ce Pendule, dont on voit que la peſanteur eſt l'unique cauſe.

Fig. 56.

Ce que c'eſt qu'une vibration.

Les Pendules dans leurs vibrations décrivent des arcs de cercle.

§. 445. Le corps P. étant retenu par le fil BP. dans la circonférence du cercle G P M. dont ce fil BP. eſt le rayon, l'arc CPR. qu'il décrira ſera un arc de cercle.

§. 446. Ainſi, le fil BP. auquel le corps qui oſcille, eſt attaché, eſt pour ce corps un obſtacle, qui s'oppoſe à la force qui le porte vers la terre, & c'eſt cette ſeule force de la gravité, qui fait faire des vibrations à ce corps.

§. 447.

§. 447. La ligne droite SBT. parallele à l'horiſon, & paſſant par le point B. autour duquel le Pendule BP. oſcille, s'appelle l'axe d'oſcillation & le point B. auquel le fil BP. eſt attaché, s'appelle le point de ſuſpenſion.

Définitions.

Fig. 564

Dans les Pendules on conſidére le poids du corps ſuſpendu comme étant concentré en un ſeul point.

§. 448. Les Pendules peuvent être ſimples ou compoſés.

§. 449. Les Pendules ſimples ſont ceux auſquels il n'y a qu'un poids ſuſpendu ; & les Pendules compoſés ſont ceux auſquels pluſieurs poids ſont attachés à différentes diſtances du point de ſuſpenſion.

Des Pendules ſimples.

Des Pendules compoſés.

§. 450. Si l'air ne réſiſtoit point au mouvement du Pendule, & que le fil auquel il tient n'éprouvât aucun frottement à ſon point de ſuſpenſion, on ſent aiſément qu'un corps qui auroit commencé à faire des oſcillations de C. en P. & de P. en R. les continueroit pendant toute l'éternité, puiſqu'en tombant de C. en P. il acquiert la viteſſe néceſſaire pour remonter de P. en R. & qu'étant arrivé en R. il retombe en P. par la force de ſa gravité, pour remonter enſuite en C. par la force acquiſe en deſcendant, & ainſi de ſuite.

Un Pendule feroit des oſcillations pendant toute l'éternité, dans un milieu non réſiſtant ſans les frottemens

Fig. 560.

§. 451. Mais comme nous ne connoiſſons point de corps exempt de frottement, & que l'air dans lequel les Pendules oſcillent, réſiſte à leur mouvement, tout pendule étant abandonné à lui-même perd à la fin ſon mouvement, & au bout d'un certain tems les arcs qu'il décrit diminuent, juſqu'à ce qu'enfin les arcs devenant infiniment petits, le Pendule reſte en repos dans la direction perpendiculaire à l'horiſon qui eſt ſa direction naturelle.

§. 452. On fait cependant abſtraction de la réſiſtance de l'air & du frottement, que le Pendule éprouve à ſon point de ſuſpenſion, lorſqu'on traite des oſcillations des Pendules, parce qu'on ne les conſidére que dans un tems très-court, & que dans un petit eſpace de tems, ces deux obſtacles ne font pas un effet ſenſible ſur le Pendule.

§. 453. Si les arcs du cercle CP. PG. que le corps P. parcourt dans ſes vibrations ſont très-petits, ils différeront très peu en longueur & en
Fig. 57. inclinaiſon des cordes MPRP. qui les ſouſtendent; ainſi le corps fera une demie oſcillation de C. en P. dans un tems ſenſiblement égal à celui qu'il employeroit à parcourir la corde MP. ou le diametre A P. du cercle ACP. dans lequel il oſcille (§. 433.)

§. 455.

§. 454. Il suit de là qu'un Pendule, qui fait ses oscillations dans des arcs de cercle très-petits, les fait dans des tems sensiblement égaux, quoique les arcs qu'il parcourt ne soient pas égaux; car ces arcs étant parcourus dans des tems sensiblement égaux à ceux que le corps employeroit à parcourir les cordes qui les soustendent, & ces cordes étant toutes parcourues en tems égal (§. 433.) le Pendule P. parcourera les petits arcs CPG. DPF. dans des tems sensiblement égaux; ainsi, deux Pendules d'égale longueur que l'on fait osciller dans de petits arcs de cercle différens, font leurs vibrations si également, que dans cent vibrations, à peine différent-ils d'une seule.

Les oscillations dans de très-petits arcs de cercle inégaux, se font dans des tems sensiblement égaux.

Fig. 57.

§. 455. Les vîtesses des corps qui oscillent dans des arcs de cercle différens CB. DB. sont entre elles, lorsqu'ils sont arrivés au point B. comme les soustendantes de l'arc qu'ils ont parcouru; car en tirant les lignes horisontales CF. DE. les vîtesses que le corps a acquis en tombant par les arcs CB. DB. sont les mêmes que celles qu'il auroit acquis en tombant perpendiculairement de F. en B. & de E. en B. (§. 438.) Or la vîtesse acquise de F. en B. est à la vîtesse acquise de G. en B. en raison sous doublée de GB. à FB. (§. 315. *num.* 4°.) ou comme la ligne CB. est à la ligne GB. (§. 429.); de même la vîtesse acquise de E. en B. est à la vîtesse de G. en B. en raison sous-doublée de EB. à GB.

Les vîtesses acquises par des arcs inégaux, sont comme leur soustendantes.

Fig. 58.

c'eſt-à-dire, comme la ligne DB. eſt à la ligne GB. & par conſéquent la vîteſſe de F. en B. eſt à celle de E. en B. comme la corde CB. eſt à la corde DB. mais la vîteſſe acquiſe en tombant par les arcs CB. DB. eſt égale à la vîteſſe que le corps acquereroit en tombant perpendiculairement de F. en B. & de E. en B. (§. 444.) Donc les vîteſſes acquiſes en tombant par ces arcs ſont auſſi entre elles comme les cordes CB. DB. qui les ſoustendent.

Fig. 58. §. 456. Il ſuit de là, que ſi dans le cercle GB. on prend les arcs B1. B2. B3. dont les ſouſtendantes ſoient reſpectivement 1. 2. 3. &c. les vîteſſes d'un Pendule qu'on feroit deſcendre ſucceſſivement par les arcs 1 B. 2 B. 3 B. &c. ſeroient 1. 2. & 3. reſpectivement au point B. c'eſt-à-dire, comme les cordes qui ſouſtendent ces arcs. On peut donner aux corps par ce moyen des degrés de vîteſſe précis & différens, & cette méthode eſt d'un grand uſage pour connoître les loix du choc des corps, dont je parlerai dans la ſuite.

Galilée eſt l'inventeur des Pendules. §. 457. Galilée fut le premier qui imagina de ſuſpendre un corps grave à un fil, & de meſurer le tems dans les obſervations Aſtronomiques & dans les expériences de Phyſique, par ſes vibrations : ainſi, on peut le regarder comme l'inventeur des Pendules, mais ce fut M. Hughens qui les fit ſervir le premier à la conſtruc-

Et M. Hughens des Horloges à Pendule.

tion

tion des Horloges. Avant ce Philoſophe les meſures du tems étoient très-fautives, ou très-pénibles; mais les Horloges qu'il conſtruiſit avec des Pendules, donnent une meſure du tems infiniment plus exacte que celle qu'on peut tirer du cours du Soleil; car le Soleil ne marque que le tems relatif ou apparent, & non le tems vrai. Voilà pourquoi les Horloges à Pendules retardent ou avancent quelquefois, de 15. ou 16. minutes ſur le cours du Soleil, comme je l'expliquerai plus en détail en parlant de l'Aſtronomie.

§. 458. Quoique les vibrations du même Pendule dans de petits arcs de cercle inégaux s'achevent dans des tems ſenſiblement égaux (§. 454.) cependant ces tems ne ſont pas égaux géometriquement; mais les oſcillations dans de plus grands arcs ſe font toujours dans un tems un peu plus long, & ces petites différences qui ſont très-peu de choſe dans un tems très-court, & dans de très-petits arcs, deviennent ſenſibles, lorſqu'elles ſont accumulées pendant un tems plus conſidérable, ou que les arcs different ſenſiblement. Or mille accidens, ſoit du froid, ſoit du chaud, ſoit de quelque ſaleté qui peut ſe gliſſer entre les rouës de l'Horloge, peuvent faire que les arcs décrits par le même Pendule ne ſoient pas toujours égaux, & par conſéquent le tems marqué par l'éguille de l'Horloge, dont les vibrations du Pendule ſont la meſure, ſeroit ou plus court

court ou plus long, ſelon que les arcs que le Pendule décrit ſeroient augmentés ou diminués.

§. 459. L'expérience s'eſt trouvée conforme à ce raiſonnement, car M. Derham ayant fait oſciller dans la machine de Boyle un Pendule, qui faiſoit ſes vibrations dans un cercle ; il trouva que lorſque l'air étoit pompé de la machine, les arcs que ſon Pendule décrivoit étoient d'un cinquiéme de pouce plus grands de chaque côté que dans l'air, & que ſes oſcillations étoient plus lentes de deux ſecondes par heure.

Tranſ. Phil. nº. 294. Les vibrations du Pendule étoient plus lentes de ſix ſecondes par heure dans l'air, lorſqu'on ajuſtoit le Pendule, de façon que les arcs qu'il décrivoit, fuſſent augmentés de cette même quantité d'un cinquiéme de pouce de chaque côté ; car l'air retarde d'autant plus le mouvement des Pendules que les arcs qu'ils décrivent ſont plus grands.

§. 460. Le Pendule parcourt de plus grands arcs dans le vuide par la même raiſon qui fait que les corps y tombent plus vîte, c'eſt-à-dire, parce que la réſiſtance de l'air n'a plus lieu dans le vuide.

§. 461. M. Derham remarqua de plus que les arcs décrits par ſon Pendule étoient un peu plus grands

grands lorſqu'il avoit nouvellement nettoyé le mouvement qui le faiſoit mouvoir.

§. 462. M. Hughens qui avoit prévû ces inconveniens, imagina pour y remedier, & pour rendre les Horloges auſſi juſtes qu'il eſt poſſible, de faire oſciller le Pendule qui les régle dans des arcs de cicloïde, au lieu de lui faire décrire des arcs de cercle; car dans la cicloïde tous les arcs étant parcourus dans des tems parfaitement égaux, les accidens qui peuvent changer la grandeur des arcs décrits par le Pendule, ne peuvent apporter aucun changement au tems meſuré par ſes vibrations, lorſqu'elles ſe font dans des arcs de cicloïde.

Pourquoi M. Hughens imagina de faire oſciller des Pendules dans des arcs de cicloïde.

C'eſt que dans cette courbe tous les arcs ſont parcourus dans des tems parfaitement égaux.

§. 463. Cette courbe qui eſt très-fameuſe parmi les Géometres par le nombre & la ſingularité de ſes propriétés, ſe forme par la révolution d'un point quelconque d'un cercle, dont la circonférence entiére s'applique ſucceſſivement ſur une ligne droite.

Comment la cicloïde ſe décrit.

Lorſque le cercle BO. applique ſucceſſivement tous les points de ſa circonférence ſur la ligne droite BAb. en ſorte que ſon point B. par lequel il touchoit cette ligne au commencement de ſa révolution, ſe trouve toucher l'autre extrémité b. de cette ligne, quand la révolution du cercle ſur cette ligne eſt achevée, on voit aiſément que cette ligne BAb. ſera égale à la circonférence du cercle BO. qui

Fig. 59.

s'eſt

s'eſt appliquée ſucceſſivement ſur elle comme pour la meſurer.

Si l'on conçoit maintenant que le point B. du cercle BO. qu'on appelle le point décrivant, laiſſe à tous les points par leſquels il paſſe en allant de B. en b. une production de lui-même, il s'en formera la courbe BGb. & c'eſt cette courbe qu'on appelle *une Cicloïde.* Les rouës d'un caroſſe, en tournant décrivent dans l'air des cicloïdes.

Définition

§. 464. Le cercle BO. dont la révolution a formé la cicloïde BGb. s'appelle le cercle générateur de cette cicloïde : le point G. eſt le ſommet de la cicloïde, & la ligne horiſontale BAb. eſt ſa baſe.

§. 465. Si l'on conçoit le cercle générateur BO. parvenu dans ſa révolution au point dans lequel ſon diametre GA. partage la cicloïde, & ſa baſe en deux parties égales, alors ce diametre devient l'axe de la cicloïde.

Des propriétés de la cicloïde.

§. 466. Si je voulois vous démontrer toutes les propriétés de cette courbe, il faudroit en faire un traité entier. Je me contenterai donc de vous indiquer ici celles qui ſont néceſſaires au ſujet que je traite, vous en ſuppoſerez les démonſtrations, ou ſi vous voulez les connoître, vous les trouverez dans l'excellent Livre de M. Hughens *de Horologio Oſcillatorio*, ou dans le

Traité

Traité que M. Wallis a donné de la Cicloïde.

1°. Cette courbe se décrit elle-même par son évolution, en sorte que si CA. CN. sont deux demi-cicloïdes renversées, formées par le même cercle générateur DA. lesquelles se réunissent au point C. ayant leur sommet en A. & en N. & que l'on conçoive un fil CBA. égal à la demie-cicloïde CA. à laquelle je le suppose appliqué. Si l'on attache à l'extrémité de ce fil un poids P. ce fil deviendra un Pendule égal à la demi-cicloïde CA. or si ce poids P. est abandonné à lui-même, il tombera vers la terre autant qu'il lui sera possible par sa gravité, & en tombant, il déploiera le fil CA. lequel en se déployant de A. en F. décrira par son extrémité auquel tient le poids P. une courbe A F.

Première propriété de la cicloïde.

Hughens de Horol. Oscil. part. 3. prop. 5. & 7.

Fig. 60.

Si le poids P. qui a déployé le fil CBA. & qui l'a amené dans la direction perpendiculaire C F. continue à se mouvoir par l'action de sa gravité, lorsqu'il est arrivé en F. il décrira en remontant de F. en N. une courbe FN. égale à AF. & quand le point P. sera arrivé au point N. le fil CBP. sera appliqué à la demi-cicloïde C N. à laquelle il est égal : donc la courbe entière A F N. sera décrite par l'évolution & la révolution de la demi-cicloïde CA. ou du fil CBP. qui lui est égal, & cette courbe AFN. se trouve être une cicloïde égale aux deux demi-cicloïdes CA. CN. & ayant le même cercle générateur, & elle est par conséquent double du fil CBP. égal à chacune de ces demi-cicloïdes.

Fig. 60.

Afin

Afin que les Pendules décrivent des arcs de cicloïde dans leur évolution & leur révolution, il faut qu'ils soient suspendus entre des demi-cicloïdes de métal, contre lesquelles ils s'appuyent sans cesse en se déployant, & qui les empêchent de décrire des arcs de cercle.

Deuxiéme propriété.

2°. Le tems de la chute d'un corps par un arc quelconque d'une cicloïde renversée, est au tems de la chute perpendiculaire par l'arc de la cicloïde, comme la demie circonference du cercle est à son diametre.

Idem p. 2. prop. 25.

C'est cette propriété de la cicloïde dont vous pouvez voir la démonstration dans le Traité de M. Hughens, qui fit découvrir à ce Philosophe la proportion entre le tems d'une oscillation, & l'espace tombé dont j'ai parlé.

Troisiéme propriété.

3°. De cette propriété de la cicloïde, il en naît une autre, c'est que tous les arcs d'une cicloïde renversée sont parcourus en tems égal, par un corps qui tombe dans cette courbe par son propre poids ; car puisque par la propriété précedente les tems de la chute d'un corps par des arcs quelconques de cicloïde, sont au tems de sa chute perpendiculaire par l'axe de cette cicloïde dans une raison constante, ces tems sont égaux entr'eux.

Quatriéme propriété.

Hughens de Horol. Oscil. p. 2. prop. 1.

4°. Cet isochronisme des arcs de la cicloïde est fondé sur une propriété de cette courbe, dont je ne vous ai pas encore parlé, & qui se prouve par une démonstration assez compliquée, c'est que toute tangente de la cicloïde

est

eſt parallele à la corde de ſon cercle générateur compriſe entre le ſommet de la cicloïde, & le point auquel la parallele à la baſe tirée du point de tangence, coupe le cercle générateur: ainſi, la tangente HBN. eſt parallele à la corde EA. dans la cicloïde MGL. *Fig. 61.*

Il eſt aiſé de voir comment l'iſochroniſme des arcs de la cicloïde découle de cette propriété, quoique ce ne ſoit pas par là qu'on l'a découvert, car la gravité agira ſur le corps au point de cette courbe où il ſe trouve, de la même maniére qu'elle y agiroit ſur la corde du cercle générateur qui correſpond à ce point, puiſque chaque point de la cicloïde a la même inclinaiſon que la corde du cercle générateur qui lui correſpond: or on a vû que ſur toutes les cordes d'un cercle tirées des extrémités de ſon diametre, le corps reçoit des impulſions de la peſanteur proportionnelles aux cordes qu'il parcourt, c'eſt-à-dire, d'autant plus grandes que ces cordes ſont plus longues: ainſi, dans la cicloïde chaque point de cette courbe ayant la même inclinaiſon que la corde du cercle générateur qui lui correſpond, le corps reçoit à chacun de ces points des impulſions de la peſanteur proportionnelles à la corde, ou au double de cette corde, c'eſt-à-dire à l'arc qui lui reſte à parcourir; car chacun de ces arcs eſt double de la corde du cercle générateur qui lui correſpond: ces impulſions ſont par conſéquent d'autant moindres que ces arcs ſont plus courts, & d'autant plus grandes *Hughens de Horol Oſcil. p. 3. prop. 5. & 7.* *Fig. 62.*

grandes qu'ils ſont plus grands, ces arcs étant d'autant plus inclinés qu'ils ſont plus courts. Suivant cela, deux corps qui partent en même tems des points H. & B. de la cicloïde DFO. avec des vîteſſes initiales proportionnelles aux arcs HF. BF. qu'ils ont à parcourir, arriveroient en même tems au point F. s'ils continuoient à ſe mouvoir avec les vîteſſes initiales de H. en F. & de B. en F. d'un mouvement uniforme ; or comme on peut faire le même raiſonnement ſur tous les points qui ſont entre H. & F. & entre B. & F. les corps qui partent de ces différens points, doivent atteindre le ſommet F. en même tems.

Je me ſuis arrêté à prouver cette quatriéme propriété de la cicloïde, & ſurtout à en faire ſentir la raiſon Phyſique, parce que c'eſt celle qui ſert le plus à la juſteſſe des Pendules qui oſcillent dans des arcs de cicloïde.

Cinquiéme propriété.

§. 467. Je ne puis paſſer ſous ſilence une des plus belles propriétés de la cicloïde, & aſſurément celle qui eſt la plus ſurprenante de toutes, c'eſt que cette courbe eſt la ligne de la plus vîte deſcente d'un point à un autre.

La cicloïde eſt la ligne de la plus vîte deſcente.

§. 468. Le problême de la ligne de la plus vîte deſcente d'un corps tombant obliquement à l'horiſon par l'action de la peſanteur d'un point donné à un autre point donné, eſt fameux par l'erreur du grand Galilée, qui a crû que cette ligne

ligne étoit un arc de cercle, & par les différentes solutions que les plus grands Géometres de l'Europe en ont donné; vous lirez un jour ces solutions dans les *Acta Eruditorum*, & dans les *Transactions Philosophiques*, & vous verrez que tous ces grands hommes arriverent au même but par différens chemins, & que tous trouverent que cette ligne étoit une demi-cicloïde renversée, qui a pour origine & pour sommet les deux points donnés.

§. 469. La solution de ce problême semble une espece de paradoxe, puisqu'il s'ensuit que la ligne droite qui est toujours la plus courte entre deux points donnés, n'est pas celle qui est parcourue dans un moindre espace de tems, & cela étonne d'abord un peu l'imagination, cependant la géometrie le démontre, & il n'y a pas à en appeller, & cela dépend de cette proprieté de la cicloïde, par laquelle les vîtesses initiales d'un corps à un point quelconque de cette courbe, sont proportionnelles aux arcs qui lui restent à parcourir.

Cette proprieté de la cicloïde semble d'abord un paradoxe.

§. 470. Ainsi la ligne de la plus vîte descente est aussi celle dont tous les arcs sont parcourus en temps égaux, & il est utile de remarquer que ces deux proprietés qui dépendent visiblement du même principe, je veux dire des vîtesses initiales proportionnelles aux arcs à parcourir, ne se trouvent réunies dans une même

courbe, qu'en suivant le sistême, ou pour mieux dire, les découvertes de Galilée sur la progression de la chute des corps.

Solution du problême de la cicloïde par la dioptrique donnée par Jean Bernoulli.

§. 471. M. Jean Bernoulli, ce fameux Mathématicien qui avoit proposé le problême de la ligne de la plus vîte descente, le résolut par la dioptrique, en démontrant que tout rayon rompu dans l'atmosphére doit décrire une cicloïde; ce grand Géometre supposoit dans sa solution que la lumiére en traversant des milieux d'une densité héterogene, devoit se transmetre par le chemin du plus court tems, comme Fermat l'avoit prétendu contre Descartes, & comme Messieurs Hughens & Leibnits l'avoient soutenu depuis Fermat.

Acta Eruditor. 1697. *p.* 206.

§. 472. On sent aisément avec quel plaisir M. de Leibnits adopta une opinion qui prenoit sa source dans le principe d'une raison suffisante; car Fermat prétendoit que puisque le rayon ne va d'un point à un autre, ni par le chemin direct, ni par le plus court, il étoit convenable à la Sageſſe de l'auteur de la Nature qu'il y allât par le chemin qu'il parcourt dans le moins de tems possible.

Ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans cette discussion; vous pouvez voir ce que M. de Mairan a rapporté de la dispute de Descartes & de Fermat dans les Mémoires de l'Académie des Sciences Année 1722. en attendant que je vous

vous en parle, lorſque je vous expliquerai la réfraction de la lumiére.

§. 473. Vous avez vû ci-deſſus qu'afin qu'un Pendule décrive des arcs de cicloïde, il eſt néceſſaire qu'il ſoit ſuſpendu entre deux demi-cicloïdes, comme dans la Fig. 60. leſquelles étant ordinairement de métal, l'empêchent de décrire un arc de cercle.

Or, quoique les deux demi-cicloïdes C A. C N. empêchent le corps P. de décrire l'arc de cercle E F L. cependant il y a vers le ſommet de la cicloïde un petit eſpace PFP. dans lequel le Pendule ſe meut de la même façon que s'il oſcilloit librement dans le cercle EFL. & c'eſt là la véritable raiſon pour laquelle les oſcillations du Pendule dans de très-petits arcs de cercle différens, s'achevent cependant dans des tems ſenſiblement égaux, comme je l'ai dit. *Fig. 63.*

Voilà pourquoi on ne ſuſpend guéres les grands Pendules entre des arcs de cicloïde; la petiteſſe des arcs qu'ils décrivent, ſuffiſant pour rendre leurs vibrations iſochrones, & ce n'eſt que pour les petits Horloges dont le Pendule eſt très-court, que l'on ſe ſert de la cicloïde.

§. 474. Il ſuit de l'égalité du petit arc de cercle P F P. & de cette portion de la cicloïde A F N. que le tems pendant lequel un corps fait une oſcillation dans un très-petit arc de cercle, eſt au tems de la chute perpendiculaire par la *Proportion entre le tems d'une oſcillation & celui de la chute verticale*

par la demie longueur du Pendule.

demie longueur du Pendule, comme la circonférence du cercle eſt à ſon diametre, puiſque le tems d'une oſcillation dans une cicloïde ſuit cette proportion.

Fig. 63.

Cette égalité du tems des oſcillations dans un petit arc de cercle aux tems des oſcillations dans de petits arcs de cicloïde, étoit néceſſaire à trouver, pour en déduire, comme fit M. Hughens, l'eſpace que la gravité fait parcourir ici-bas dans la premiere ſeconde aux corps qu'elle fait tomber vers la terre; car les Pendules qui font leurs oſcillations par la ſeule force de la gravité, décrivent des arcs de cercle, & non pas des arcs de cicloïde.

§. 475. La durée des oſcillations de deux Pendules qui oſcillent dans des arcs de cercle ſemblables, ſont en raiſon ſous-doublée de la longueur de ces Pendules.

Vous avez vû dans le chapitre 13. (§. 315. *num.* 4°.) qu'un corps qui tombe vers la terre par la ſeule force de la gravité, parcourt en tombant des eſpaces qui ſont comme les quarrés des tems employés à tomber, ou des vîteſſes acquiſes en tombant, à la fin de chacun de ces tems.

Or dans les oſcillations des Pendules les eſpaces parcourus ſont des arcs de cercle, dont les rayons ſont les longueurs des Pendules: ainſi, le tems de la chute par l'arc EB. eſt au tems de la chute par l'arc ſemblable G D. en raiſon

raiſon ſous-doublée de EB. à GD. & par conſéquent en raiſon ſous-doublée de AB. à CD. car les arcs ſont entr'eux comme leurs rayons. On voit aiſément que ce qui eſt vrai par les demi-oſcillations EB. GD. l'eſt auſſi par les oſcillations entiéres EBF. GDH. Ainſi, les longueurs des Pendules qui décrivent des arcs de cercle ſemblables, ſont entr'elles en raiſon double inverſe du nombre de leurs oſcillations, en tems égal, & par conſéquent le Pendule AB. qui a 9. pieds, par exemple, fera deux oſcillations dans le même tems dans lequel le Pendule CD. qui a quatre pieds en fera trois; car les quarrés de ces oſcillations ſont 9. & 4. reſpectivement, ce qui eſt la longueur des Pendules. Les vibrations qui ſe font dans des arcs de cicloïde, ſuivent les mêmes proportions.

Malezieu Liv. 2. Coroll. de la Prop. 5.

Fig. 64.

Les longueurs des Pendules ſont entr'elles comme les quarrés des tems de leurs oſcillations dans des arcs ſemblables.

§. 476. Il ſuit de-là que dans les Pendules qui oſcillent dans des arcs de cercle ſemblables, les plus longs ſont ceux dont les oſcillations ſont les plus lentes; car ils ſe meuvent ſur un arc ſemblable, & plus incliné que les Pendules plus courts. Donc il faut que le Pendule qui fera ſes vibrations en une ſeconde, ait une certaine longueur déterminée, puiſque la longueur des Pendules décide du tems qu'ils employent à faire leurs oſcillations.

§. 477. M. Picard avoit déterminé cette lon- Longueur

du Pendule qui bat les secondes à Paris, déterminée par M. Picard.

gueur pour le Pendule qui bat les secondes à Paris, à 3. pieds de Paris, 8. l. $\frac{1}{2}$. & ce fut cette longueur & la proportion que M. Hughens avoit trouvé entre le tems d'une oscillation, & la quantité de la chute verticale (§. 328.) qui fit naître à M. Hughens l'idée de faire de la longueur du Pendule qui fait ses vibrations en une seconde à Paris, une mesure universelle pour tous les pays & pour tous les tems, & pour rendre cette mesure univoque, il avoit donné le nom de *pied horaire* au tiers de cette longueur.

Mesure universelle proposée par M. Hughens.

Ce qu'on appelle *pied horaire*.

§. 478. Mais afin que cette mesure fût universelle, il faudroit que la pesanteur fût la même à tous les points de la surface de la terre; car la pesanteur étant la seule cause de l'oscillation des Pendules (§. 444.) & cette cause étant supposée rester la même, il est certain que la longueur du Pendule qui bat les secondes devroit être invariable, puisque la durée des vibrations dépend de cette longueur, & de la force avec laquelle les corps tombent vers la terre, & que par conséquent la mesure qui en résulte seroit universelle pour tous les pays, & pour tous les tems, car nous n'avons aucune observation, qui puisse nous porter à croire que l'action de la gravité soit différente dans les mêmes lieux en différens tems.

§. 479. Il faut avouer que cette idée est très-belle

belle, & qu'une mesure universelle seroit très-desirable, mais la supposition nécessaire pour la rendre telle, je veux dire la pesanteur égale dans toutes les regions de la terre, se trouve entierement fausse; car des observations incontestables ont fait connoître que l'action de la pesanteur est différente dans différens climats, & qu'il faut toujours allonger le Pendule vers le Pole, & le racourcir vers l'Equateur, afin qu'il fasse ses vibrations en tems égal: ainsi, cette mesure proposée par M. Hughens ne peut être universelle par tous les endroits de la terre, mais seulement pour les pays situés dans la même latitude que Paris, puisque c'est à Paris que la longueur du Pendule qui bat les secondes a été déterminée, & pour rendre cette mesure universelle, il faudroit avoir par l'expérience des tables des différences des longueurs du Pendule, qui battroit les secondes dans les différentes latitudes sur les deux hemispheres, comme nous en avons par la théorie pour notre hemisphere, & en rapportant toutes ces longueurs à la longueur du Pendule qui bat les secondes à Paris, ce qui serviroit aussi à déterminer la figure de la terre (§. 377.)

Cette mesure ne peut être universelle, & pourquoi.

C'est un projet dont l'exécution auroit plus d'une utilité pour la Physique, mais il faut pour ces opérations des mains très-exercées, & des esprits très-attentifs, & il n'est nullement aisé de déterminer ces longueurs par l'expérience avec la précision nécessaire pour en faire sentir

les différences qui dépendent quelquefois de moins d'un quart de ligne.

§. 480. Il faut surtout pour y parvenir avoir établi bien surément la longueur du Pendule qui bat les secondes dans une certaine latitude, & c'est ce que nous pouvons nous flatter d'avoir pour la latitude de Paris depuis les expériences que M. de Mairan a faites en 1735. pour la déterminer.

M. Picard & M. Richer avoient déja donné cette longueur; mais dans les choses qui dépendent de l'expérience, il ne suffit pas d'avoir raison, il faut être bien sûr de l'avoir, & on n'avoit point encore sur la longueur du Pendule avant 1735. cette sorte de certitude qui ne laisse rien à desirer.

Comment on connoît la longueur du Pendule qui bat les secondes dans un lieu quelconque par la seule force de la pesanteur.

§. 481. Pour connoître la quantité de l'action de la pesanteur, dans un certain lieu, il ne suffit pas d'avoir une Horloge à Pendule qui batte les secondes avec justesse dans ce lieu; car ce n'est pas la seule pesanteur qui meut le Pendule d'une Horloge, mais l'action du ressort, & en général tout l'assemblage de la machine agit sur lui, & se mêle à l'action de la gravité pour le mouvoir, & c'est un problême très-difficile & très-délicat de déterminer combien en vertu de la construction de l'Horloge, la longueur du pendule qui bat les secondes de cette Horloge, est altéré

altérée par rapport à celle d'un pendule qui fait ses oscillations dans le même tems par l'action de la seule pesanteur ; cependant c'est cette longueur qu'il faut trouver pour connoître la quantité de l'action de la seule pesanteur, dans l'endroit pour lequel on veut déterminer la longueur du Pendule à secondes.

On se sert pour y parvenir d'un corps grave suspendu à un fil, lequel étant tiré de son point de repos, fait les oscillations dans de petits arcs de cercle par la seule action de la pesanteur, & pour connoître combien ce pendule fait d'oscilations en un tems donné, on se sert d'un Horloge à pendule bien reglé sur le tems moyen, & qui bat les secondes de ce tems bien exactement, & l'on compte le nombre d'oscillations que le pendule sur qui la seule pesanteur agit, & qu'on appelle *pendule d'expérience*, a fait pendant que le pendule de l'Horloge a battu un certain nombre de secondes ; car le nombre des oscillations que les pendules font en tems égal étant en raison sous-double inverse de leurs longueurs (§. 475.) lorsqu'on connoît le nombre d'oscillations que deux pendules font en un tems donné, on connoît en quelle raison sont leurs longueurs, en quarrant ces nombres ; ainsi les quarrés des oscillations que le pendule de l'Horloge & le pendule d'expérience font en tems égal, donnent le rapport entre la longueur du pendule d'expérience, & celle du pendule

pendule simple qui feroit ses oscillations par la seule force de la pesanteur, & qui feroit isochrone au pendule composé de l'Horloge, & qui par conséquent battroit les secondes dans la latitude, où l'on fait l'expérience, & cette longueur est celle du pendule que l'on cherche.

Détermination de la longueur du Pendule qui bat les secondes à Paris, par M. de Mairan en 1735.

§. 481. C'est de cette façon que M. de Mairan à déterminé la longueur nécessaire au pendule pour battre les secondes à Paris par la seule action de la pesanteur à 3. pieds, 8 lignes, $\frac{17}{30}$. ou environ $\frac{5}{9}$. d'un fil de pite (fil tiré de la feuille d'une espéce d'aloës) presque aussi délié qu'un cheveu, & auquel une boule de cuivre d'un pouce de diametre étoit suspendue.

§. 482. Cette longueur tient à peu près le milieu entre celles que Messieurs Picard & Richer avoient données, & si on la prend de 3. pieds 8. lignes $\frac{5}{9}$. elle est la même que celle que M. Newton rapporte au troisiéme Livre de ses Principes, d'après les mesures de Messieurs Varin & des Hayes prises en 1682.

§. 483. On peut voir dans l'excellent Mémoire de M. de Mairan toutes les précautions qu'il a prises pour s'assurer de la justesse de ses expériences, & on verra que les desirs de ceux qui ne prennent que la peine de desirer, ne peuvent pas même aller au de-là.

C'est

C'eſt à ces meſures que les Académiciens qui ont été meſurer un degré du Méridien ſous l'équateur, & au cercle polaire, rapportent toutes les obſervations qu'ils ont faites ſur la longueur du Pendule, dans ces différens climats.

C'eſt à cette longueur que les Académiciens qui ont été au Pole, & à l'Equateur, ont rapporté leurs obſervations ſur le Pendule

§. 484. Tout ce que j'ai dit juſqu'à préſent des Pendules, ne doit s'entendre que des Pendules ſimples, c'eſt-à-dire, des Pendules auſquels un ſeul poids eſt ſuſpendu, & dont le fil eſt ſuppoſé exempt de toute peſanteur; car lorſque le fil auquel le poids eſt attaché, a une peſanteur ſenſible par rapport à ce poids, alors le Pendule ſimple devient un pendule compoſé (§. 449.) puiſque le poids du fil qu'il faut alors compter, fait le même effet qu'un ſecond poids qui tiendroit au même fil, & que les Pendules compoſés ne ſont autre choſe que des Pendules auſquels pluſieurs poids ſont attachés à des diſtances invariables tant les uns des autres que du point de ſuſpenſion, &c.

§. 485. Les Pendules compoſés ſuivent les mêmes loix que les Pendules ſimples, mais ils les ſuivent avec de certaines modifications.

Des Pendules compoſés.

§. 486. Pour déterminer le tems des oſcillations d'un Pendule compoſé, & les arcs qu'il décrit, il faut conſidérer une choſe dont je n'ai point encore parlé, parce qu'elle appartient principalement

lement aux Pendules composés, c'est le *centre d'oscillation.*

Du centre d'oscillation.

§. 487. Le centre d'oscillation d'un Pendule composé, est le point dans lequel les efforts ou actions des poids qui le composent, se réunissent pour faire faire à ce Pendule ses vibrations dans un certain tems; ainsi, le centre d'oscillation & le centre de gravité ont un rapport nécessaire.

Du centre de gravité.

§. 488. On appelle *centre de gravité* le point par lequel passe nécessairement la ligne qui partageroit le corps en deux parties également pesantes, ensorte que si chaque moitié étoit mise dans le bassin d'une balance, elles se tiendroient en équilibre.

§. 489. Toute la gravité d'un Corps peut être conçuë rassemblée dans ce seul point, ensorte que les autres parties sont considerées comme en étant entierement privées, & c'est ainsi que l'on conçoit la pesanteur des Pendules simples.

§. 490. Le centre de gravité d'un Corps est toujours dans une ligne perpendiculaire à l'horison, ensorte que ce Corps peut être soutenu, soit qu'il soit suspendu par le point même de son centre de gravité, soit qu'il le soit par un point quelconque de cette ligne qu'on appelle *ligne du centre.*

§. 491.

§. 491. Le centre d'oſcillation eſt toujours dans cette ligne du centre de gravité.

Quand deux ou pluſieurs corps tiennent enſemble, ſoit qu'ils ſoient contigus, ſoit qu'ils ſoient ſéparés, ils ont un centre de gravité commun, ce centre eſt un point quelconque dans la ligne droite qui joindroit les centres de ces corps; & ce point eſt toujours ſitué de façon que la diſtance des corps à ce point, eſt toujours en raiſon réciproque de leur gravité.

Du centre d'oſcillation des Pendules ſimples dont le fil eſt ſans poids ſenſible.

§. 492. Le centre d'oſcillation d'un Pendule ſimple dont le fil eſt ſuppoſé ſans peſanteur (ce qui eſt le cas ordinaire), n'eſt point dans le point de ſon centre de gravité, comme on le croiroit d'abord, mais dans la ligne de ce centre de gravité, un peu plus bas que le point du centre, duquel il eſt plus loin ou plus près, ſelon une certaine proportion entre le rayon de la boule qui compoſe le pendule, & la longueur du fil auquel elle eſt attachée, & cela, parce qu'il faut avoir égard à la diſtance du centre de gravité de la boule au point de ſuſpenſion; car cette diſtance ſera d'autant plus grande, la longueur du fil reſtant la même, que le rayon de la boule ſera plus grand, & au contraire. C'eſt à M. Hughens à qui l'on doit encore cette remarque; & c'eſt lui qui a déterminé cette proportion entre le rayon de la boule, & la longueur du pendule pour trouver le centre d'oſcillation.

§. 493.

§. 493. La véritable longueur du Pendule simple, dont le fil est supposé sans pesanteur, n'est donc pas la longueur du fil depuis le point de suspension jusqu'au point auquel la boule y est attachée, ni jusqu'au centre de gravité de cette boule ; mais cette longueur est à compter depuis le point de suspension, jusqu'au centre d'oscillation, lequel n'est le même que le centre de gravité, que lorsque la longueur du fil excede à un certain point le rayon de la boule ; car alors l'abaissement du centre d'oscillation devient insensible, & n'est plus à compter.

Quel est le centre d'oscillation d'un Pendule simple quand le fil a un poids sensible.

§. 494. Quand le fil du Pendule simple a une pesanteur qui peut être sensible par rapport à celle du poids qui y est attaché, alors ce Pendule n'est plus considéré comme un pendule simple, mais comme un pendule composé (§. 484.); & son centre d'oscillation n'est plus alors dans la boule suspendue ; il est sur le fil même dans un point quelconque au-dessus de cette boule, c'est-à-dire, dans un point où l'on conçoit que l'action de la gravité du fil, & du poids, se rassemble, & ce point est d'autant plus haut que le poids du fil est plus grand par rapport à celui de la boule, & au contraire.

Dans ce cas, la vraie longueur est la distance qui se trouve entre le point de suspension, & ce centre d'oscillation, & les oscillations de ce pendule seront plus promptes, que si ce fil étoit sans pesanteur ; car alors la vraie longueur du

du Pendule ſera moins grande (§. 476.)

§. 495. On a vû (§. 476.) qu'un poids ſuſpendu à un fil, fait ſes oſcillations d'autant plus lentes que ce fil eſt plus long, ou, ce qui revient au même, que le corps eſt plus loin du point de ſuſpenſion, & au contraire; ainſi, ſi à un fil C A. long de quatre pieds, par exemple, qui porte un poids P. à ſon extrémité A. on ajoute en O. un ſecond poids R. un pied plus haut, c'eſt-à-dire, à 3. pieds du point de ſuſpenſion, le corps P. qui eſt à 4. pieds du point de ſuſpenſion doit faire ſes oſcillations plus lentes que le corps B. qui n'en eſt qu'à trois pieds, cependant ces deux poids tenant à un même fil, ce fil ne peut pas faire ſes vibrations plus longues & plus courtes en même tems; il les fera donc dans un tems qui tiendra le milieu entre la lenteur avec laquelle il eût oſcillé, ſi le poids P. attaché à quatre pieds du point de ſuſpenſion y eût été ſeul, & la promptitude dont ces oſcillations euſſent été, s'il n'avoit eû que le poids R. attaché en O. Ainſi, le ſecond poids hâte les vibrations du premier, & le premier retarde celles du ſecond, & le centre d'oſcillation de ce pendule ſera dans le point dans lequel, ſi ces deux poids étoient réunis, le Pendule ſimple qu'ils compoſeroient alors, feroit ſes vibrations dans un tems égal au tems des vibrations du Pendule compoſé, auquel ils tiennent ſéparement. Ainſi, chercher le centre d'oſcillation d'un

Comment on connoît le centre d'oſcillation d'un Pendule compoſé.

Fig. 65.

d'un Pendule composé, c'est chercher la longueur d'un pendule simple qui feroit ses vibrations dans un tems égal à celles de ce Pendule, & la véritable longueur du Pendule composé est celle du Pendule simple qui lui seroit isochrone comme le Pendule CB. par exemple, au Pendule COA. Or comme les longueurs des Pendules sont comme les quarrés des tems de leurs oscillations, on voit aisément que le Pendule simple CB, dont les vibrations seroient isochrones à celles du Pendule composé COA. auroit plus de trois pieds, & moins de quatre, puisque ses oscillations ne seroient ni si lentes que celles du poids attaché à quatre pieds, ni si promptes que celles du poids attaché à trois pieds: par conséquent, un pendule simple est toujours plus court que le pendule composé auquel il est isochrone, & le centre d'oscillation du pendule composé COA. sera entre les deux poids P. & R. c'est-à-dire, environ au point Q.

Fig. 65.

§. 496. On voit de-là que pour déterminer ce qui arrive aux pendules composés, il faut que nous les décomposions; car nous ne pouvons voir les objets que par parties, & pour considérer le composé, il faut toujours que nous le simplifions.

§. 497. On sent aisément que dans le pendule COA. composé de deux poids, plus l'un

des

des poids est près du point de suspension, c'est-à-dire, plus les deux poids sont loin l'un de l'autre, plus le centre d'oscillation est près du point de suspension, & au contraire, ensorte que si ces deux poids étoient également loin du point de suspension, leurs centres d'oscillations se confondroient, & le pendule composé deviendroit un pendule simple, puisque le pendule simple qui lui seroit isochrone, seroit de la même longueur que lui.

§. 498. Ainsi, tout pendule auquel un seul poids est suspendu, peut être considéré comme un pendule composé, en supposant le poids suspendu divisé en plusieurs parties, dont les différentes gravités sont réunies dans le centre d'oscillation de ce pendule.

§. 499. Tout ce qu'on dit d'un pendule composé de deux poids, on peut le dire d'un pendule composé de trois, de quatre, ou d'un nombre quelconque de poids; car les proportions sont toujours inviolablement les mêmes.

§. 500. Dans tout ce que je vous ai dit sur les pendules dans ce chapitre, je n'ai point déterminé le poids, ni l'espéce des corps suspendus, car la résistance de l'air étant presque insensible sur les pendules, & la gravité se proportionnant aux masses, tous les corps, de quelque espéce qu'ils soient, font leurs vibra-

Le poids & la matiére des corps qui composent le pendule, sont indifférens.

Et cela parce que la gravité

Se proportionne aux masses.

tions également vîte, toutes choſes d'ailleurs égales, ce qui eſt encore une preuve que la gravitation agit ſelon la quantité directe de la matiére propre des corps (§. 361.) car toutes les vérités ſe donnent mutuellement la main.

CHAP.

Fig. du ch. 18.

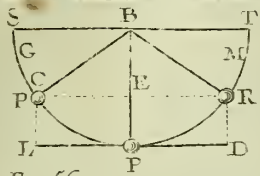


Fig. 56

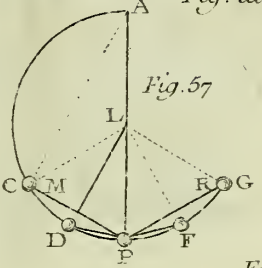


Fig. 57

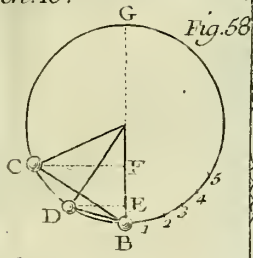


Fig. 58

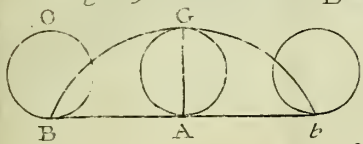


Fig. 59

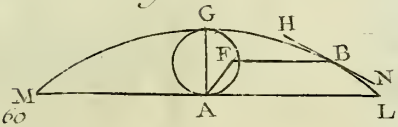


Fig. 61

Fig. 60

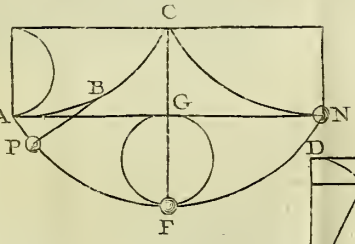


Fig. 65

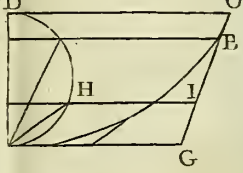


Fig. 62

Fig. 63

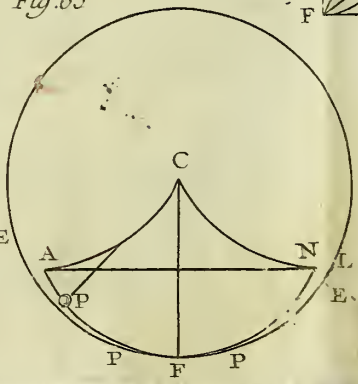
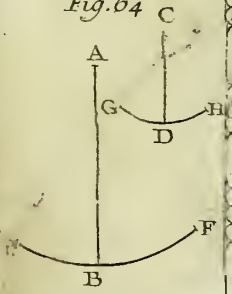


Fig. 64



Pl. 9.

CHAPITRE XIX.

Du Mouvement des Projectiles.

§. 501.

JE n'ai considéré dans les deux Chapitres précédens que le mouvement des corps qui tombent vers la terre par la seule force de la gravité ; mais lorsque quelque force étrangére se mêle à son action ; comme quand je jette une pierre, alors le mouvement de cette pierre doit être nécessairement différent de celui qu'elle auroit eû, si elle étoit tombée vers la terre par son propre poids seulement.

§. 502. La force que j'imprime à la pierre

que je jette, s'appelle la *force projectile*. Cette force peut être dirigée perpendiculairement ou parallelement à l'horiſon, ou bien elle peut faire un angle quelconque avec lui.

Quel eſt le chemin du mobile, quand la force qui le pouſſe, eſt dirigée perpendiculairement vers l'horiſon.

§. 503. Lorſque cette force eſt dirigée perpendiculairement à l'horiſon, le chemin du mobile n'eſt point changé ; mais ſon mouvement vers la terre eſt ſeulement accéléré.

Ou lorſque cette force eſt dirigée perpendiculairement en en-haut.

Si cette force pouſſe le corps ſelon une ligne qui tende perpendiculairement en enhaut, alors ce corps montera perpendiculairement ; mais ſon mouvement de projectile qui le porte en enhaut, s'affoiblira à chaque inſtant, & lorſqu'il l'aura perdu entiérement, il deſcendra vers la terre par la force de la gravité, qui alors agira ſeule ſur lui (§. 319. *num.* 3°.)

Pourquoi les corps que l'on jette perpendiculairement, retombent au même lieu.

§. 504. Les corps que l'on jette perpendiculairement, ne tombent cependant pas perpendiculairement vers la terre, mais ils retombent en décrivant une courbe ; car les corps ont déja acquis un mouvement par la rotation de la terre, lorſqu'on commence à les jetter : ainſi, ils retombent vers la terre par un mouvement compoſé du mouvement que la gravité leur imprime, & du mouvement qu'ils avoient acquis par la rotation de la terre : voilà pourquoi ils retombent au même point d'où on les avoit projettés, quoique la terre ait marché pendant le tems qu'ils ont employé à tomber.

§. 505.

§. 505. Si le corps eſt pouſſé ſelon une ligne qui ſoit parallele à l'horiſon, ou bien ſi cette ligne fait avec l'horiſon un angle quelconque, alors le mouvement de ce corps deviendra un mouvement compoſé du mouvement, que la force extérieure qui agit ſur lui, lui a communiqué, & du mouvement que la gravité lui imprime à chaque inſtant (§. 315. *num.* 1°.)

Quel eſt le chemin du mobile, lorſque la force projectile fait un angle avec l'horiſon.

§. 506. La force de projectile imprimée au corps reſte toujours uniforme, dans un milieu non réſiſtant (§. 315. *num.* 1°.) (& c'eſt dans un tel milieu que je conſidére ici le mouvement de projectile) la force de projectile reſtant donc toujours la même, & la gravité renouvellant à chaque inſtant ſon action (§. 315.) le corps en obéiſſant à ces deux forces, qui agiſſent à la fois ſur lui, & dont l'une eſt uniforme, & l'autre accelerée, changera à tout moment ſa direction; & par conſequent la ligne qu'il décrira, ſera néceſſairement une ligne courbe (§. 285.)

§. 507. Je vais commencer par examiner quelle eſt cette courbe dans un milieu qui ne réſiſte point, lorſque la direction de la force projectile eſt parallele à l'horiſon.

On a vû dans le chap. 12. (§. 274.) que tout corps mû par deux forces dont les directions font entre elles un angle quelconque, décrit en leur obéiſſant la diagonale du parallelogramme, formé par les lignes qui repréſentent ces forces.

Ainſi, ſoit le corps B. jetté dans la direction horiſontale BR. & ſoit cette ligne BR. qui repréſente la force projectile diviſée dans les parties égales BM. MG. GR. le corps par la force d'inertie doit parcourir dans un milieu non réſiſtant des eſpaces égaux en tems égaux, en ſuivant le mouvement de projectile imprimé dans la direction BR. (§. 234.) puiſque la force qui le pouſſe vers BR. eſt ſuppoſée reſter toujours la même; ainſi, le tems du mouvement de ce corps vers le point R. peut être ſuppoſé diviſé comme cette ligne en trois parties égales; or ſuppoſé que dans le premier moment la force projectile eût fait aller le corps de B. en M. ſi elle avoit ſeule agi ſur lui, & que pendant ce même tems la gravité l'eût fait aller de B. en E. ſi ſon action eût été ſans mêlange, il eſt clair que le mobile en obéiſſant à ces deux forces, décrira dans le premier moment la diagonale BS. du parallelogramme BEMS.

Planche 10. Fig. 66.

Dans le ſecond moment pendant lequel la force projectile (qui eſt toujours la même) feroit parcourir au corps l'eſpace ST. égal à BM. la gravité lui auroit fait parcourir l'eſpace SP. triple de BE. ſelon la progreſſion de Galilée (§. 305.)

Ainſi, le corps dans le ſecond moment en obéiſſant à chacune de ces deux forces ſelon la quantité de ſon action ſur lui, décrira la diagonale SL. du parallelogramme STPL.

Fig. 66.

De même dans le troiſiéme moment l'eſpace

que

que la gravité feroit parcourir au corps étant quintuple du premier, & la force projectile reſtant la même, le corps décrira la diagonale LD. Or les diagonales BS. SL. LD. réunies ne forment pas une ligne droite, & cela, parce que le mouvement de projectile imprimé au corps eſt uniforme, ou ſuppoſé tel, & que le mouvement imprimé par la gravité eſt un mouvement également accéléré : ainſi le corps à chaque inſtant infiniment petit, s'approchera du centre de la terre par une diagonale infiniment petite, & toutes ces diagonales infiniment petites étant jointes les unes aux autres, formeront une courbe, laquelle ſe trouve être une demi-parabole.

§. 508. Vous avez aſſez étudié les ſections coniques pour ſçavoir qu'une de propriétés de la parabole eſt que les parties de ſon axe priſes entre ſon origine, & les ordonnées à cet axe ſont entr'elles comme les quarrés de ces ordonnées ; ainſi dans la parabole EAC. les parties AP. AM. de l'axe AR. ſont entr'elles comme les quarrés des ordonnées BP. & DM. Fig. 67.

§. 509. Or, il eſt aiſé de voir que les mêmes propriétés ſe trouvent dans la courbe que les projectiles décrivent en tombant ; car les parties BE. BH. BK. de la ligne BK. qui repréſentent les eſpaces parcourus par l'action de gravité ſont entr'elles comme les quarrés des lignes La ligne que le corps décrit quand il eſt jetté dans une direction oblique ou

parallele à l'horiſon, eſt une parabole.

ES. HL. KD. qui repréſentent les tems des chutes; car BE. eſt 1. BH. eſt 4. & BK. eſt 9. & ES. eſt 1. HL. 2. & KD. 3. & par conſéquent la ligne BK. peut être conſidérée comme l'axe de la demi-parabole BD. & les lignes ES. HL. KD. comme les ordonnées à cet axe. La courbe que les projectiles décrivent en tombent vers la terre dans un milieu non réſiſtant, eſt donc une parabole, puiſqu'elle en a les propriétés.

Fig. 66.

§. 510. Lorſque la direction de la force qui a jetté le corps eſt oblique à l'horiſon, la courbe qu'il décrit eſt encore une parabole, ſoit que l'angle formé par l'horiſon & par la ligne qui repréſente cette direction, ſoit obtus, ſoit qu'il ſoit aigu; car le mouvement imprimé par la force projectile étant toujours uniforme dans un milieu non réſiſtant, & celui de la gravité étant toujours également acceleré en tems égal, la courbe qui réſulte de la combinaiſon de ces deux forces, doit être la même dans toutes les directions, puiſque les forces ſont les mêmes.

§. 511. Une des propriétés de la parabole eſt encore que le parametre de ſon axe ou d'un de ſes diametres * eſt troiſiéme proportionnelle à

Fig. 67. * On appelle Diametres d'une parabole toutes les lignes menées d'un des points de la parabole parallelement à ſon axe, comme

à l'abscisse de ce diametre & son ordonnée ; c'est-à-dire, à la ligne BE. qui représente l'espace dont le corps est tombé par l'action de la gravité dans le premier tems de la chute, & la ligne SE. qui représente l'espace parcouru dans le même tems par la vîtesse imprimée par la force projectile : ainsi, puisque l'on connoît que l'espace parcouru dans la premiere seconde par l'action de la gravité est de quinze pieds, si on connoît l'espace que la force projectile peut faire parcourir au corps dans le même tems d'une seconde, le quarré de ce dernier espace qui représente l'ordonnée, étant divisé par quinze pieds, qui est l'espace parcouru par la gravité, lequel espace est représenté par l'abscisse, donnera le parametre de la parabole que le corps doit décrire : or quand on connoît le parametre d'une parabole, on peut la décrire : par conséquent on connoît le chemin du mobile, quand on connoît l'espace que la force projectile peut lui faire parcourir en un tems donné, car celui qu'il parcourt par la force de la gravité est toujours le même. *Wolf. Arithm.* (§. 302.)

Il suit de cette proposition, que si le mouvement de projectile de deux corps leur fait parcourir des espaces égaux en tems égaux, les

comme la figure NO. Le parametre est la ligne quadruple de la partie de l'axe comprise entre le foyer & le sommet de la parabole, & l'abscisse est la partie de l'axe comprise entre le sommet de la parabole, & l'ordonnée à son axe ou à un de ses diametres.

paraboles

paraboles qu'ils décriront, auront le même parametre.

Fig. 66. §. 512. La ligne de direction du mouvement de projectile est toujours tangente de la parabole que le corps décrit; ainsi, la ligne BR. touche la parabole BD. au point B. seulement, car la gravité agissant sur le corps dans le premier instant de son mouvement, elle change la direction de ce corps dans ce premier instant; par conséquent, la ligne qui représente la force qui pousse ce corps, étant une ligne droite, elle ne peut toucher la courbe que ce corps décrit qu'en un seul point.

Fig. 68. §. 513. La parabole BED. s'appelle le chemin du mobile, & la ligne droite ST. qui soustent cette parabole BD. décrite par ce corps dans son mouvement, s'appelle l'amplitude de ce chemin, & l'angle CBT. s'appelle l'angle d'élevation.

Supposition nécessaire, pour que le chemin du projectile soit une parabole.

§. 514. En déterminant que le chemin des projectiles étoit une parabole, on a été obligé de faire plusieurs suppositions: car pour réduire les effets Physiques aux calculs Mathématiques, on est toujours obligé de supposer bien des choses, & lorsqu'ensuite on veut repasser des calculs Mathematiques aux effets Physiques, on trouve bien du déchet sur l'exactitude, & sur la précision.

1°. On a supposé que les lignes M S. G L. R D. qui représentent l'action de la gravité sur les corps étoient paralleles entr'elles, car si elles n'étoient pas paralleles, la courbe décrite par le corps ne seroit plus une parabole ; mais l'action de la gravité étant toujours dirigée vers le centre de la terre, les lignes M S. G L. R D. qui représentent cette action, ne sont point paralleles, puisqu'elles se réuniroient au centre de la terre, si elles étoient prolongées. *Fig. 66.*

2°. On a supposé de plus, que les espaces parcourus par la force projectile étoient égaux en tems égaux, mais ils ne le sont point à cause de la résistance de l'air, qui diminue sans cesse cette force, & par conséquent, les espaces qu'elle fait parcourir.

3°. Enfin, on a encore supposé que les espaces parcourus par l'action de la gravité, sont tous en raison du quarré des tems, mais c'est ce qui n'est point exactement vrai ; car cette même résistance de l'air altére aussi la proportion de ces espaces.

§. 515. La premiere supposition peut être faite sans erreur sensible, car l'étendue des plus grandes projections que nous puissions faire sont si courtes, par rapport à la distance qu'il y a de la surface de la terre à son centre, que les différences qui résultent du manque de parallelisme dans les lignes, qui représentent l'action de la gravité, sont une parfaite égalité pour nous.

M.

Hiſt. de l'Acad. 1678.

M. Blondel a calculé qu'une piéce d'artillerie pointée horiſontalement ſur une montagne élevée de cent toiſes, & qui chaſſera à la longueur de deux mille cinq cent toiſes, en comptant les lignes verticales paralleles, chaſſera à la longueur de 2499. toiſes, 5. pieds, 6. pouces $\frac{1}{2}$. en comptant le changement cauſé par le manque de paralleliſme dans les lignes, qui repréſentent l'action de la gravité, & par quelque altération inévitable, qui ſe trouve toujours dans la ligne horiſontale de projection. Or que ſont pour nous 5. pouces $\frac{1}{2}$. ſur 2500. toiſes? Cette différence eſt encore bien plus petite dans les projections ordinaires; ainſi l'on voit que l'on peut ſans erreur la compter entierement pour rien.

Dans l'air la ligne que décrivent les corps projettés, devient une courbe très-approchante de l'hiperbole.

Newton Principia Liv. 2. prop. 4.

§. 516. A l'égard de la réſiſtance de l'air au mouvement vertical, & à l'horiſontal que l'on ſuppoſe nulle, lorſque l'on détermine que la courbe décrite par les projectiles en tombant eſt une parabole, ſon effet eſt ſi ſenſible dans la chute des corps ordinaires, que la courbe qu'ils décrivent en tombant dans l'air, n'eſt plus une parabole; mais une courbe fort approchante de l'hiperbole, laquelle reçoit des altérations ſelon la maſſe & la forme des corps, & ſelon la nature de l'air dans lequel ils tombent.

La parabo-

§. 517. Ainſi, la parabole ne ſert à déterminer

Fig. 66

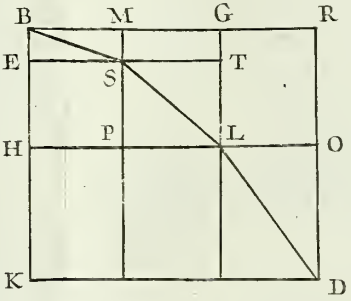


Fig. 67

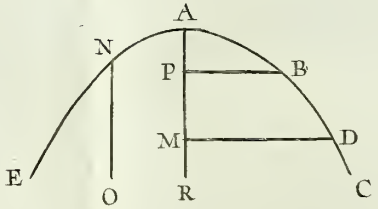
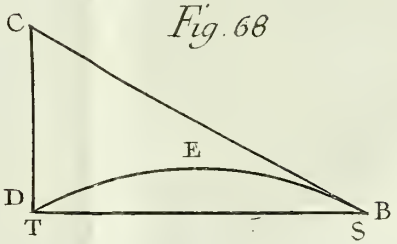


Fig. 68



ner le mouvement des projectiles que dans un milieu non résistant, & c'est cependant cette courbe qui est le fondement de l'art de l'artillerie, car la résistance de l'air est presque insensible sur un corps aussi pesant qu'un boulet de canon, & il est d'ailleurs aisé de remèdier dans ce cas aux petites irrégularités que cette résistance peut causer.

Le que les projectiles décriroient dans un espace non résistant, est le fondement de l'art de l'artillerie.

CHAPITRE XX.

Des Forces Mortes, ou Forces Preſſantes; & de l'Equilibre des Puiſſances.

§. 518.

LA Force motrice qui eſt le principe du mouvement fait parcourir au corps un certain eſpace, ou lui fait déranger un certain nombre d'obſtacles, quand ſon action n'eſt point arrêtée, ſelon qu'elle s'exerce plus ou moins ; mais lorſque ſon action eſt arrêtée par quelque obſtacle invincible, alors elle ne fait parcourir aucun eſpace

pace au corps sur lequel elle agit, mais elle lui fait faire un effort, elle lui imprime une tendance pour déranger cet obstacle, & pour lui imprimer un mouvement.

§. 519. On distingue ces deux Forces, par ces mots *de Force morte*, ou *Force virtuelle*, & de *Force vive*. La *Force morte* consiste dans une simple tendance au mouvement : telle est celle d'un ressort prêt à se détendre ; & la *Force vive* est celle qu'un corps a lorsqu'il est dans un mouvement actuel.

Il y a deux sortes de Forces, comment il faut les distinguer.

§. 520. Les Forces mortes s'appellent encore *Forces pressantes*, parce qu'elles pressent les corps qui leur résistent, & qu'elles font effort pour les déranger de leur place.

§. 521. Les Forces pressantes peuvent ou rester en repos avec les corps qu'elles pressent, ou bien parcourir avec eux un certain espace.

§. 522. Les Forces pressantes, qui restent en repos avec les corps sur lesquels elles agissent, sont :

1°. Le poids des corps, lequel les porte vers le centre de la terre, c'est par cette force que tout corps presse l'obstacle qui le soutient.

Quelles sont les forces pressantes en repos.

2°. L'effort que fait un ressort tendu pour se détendre, & pour éloigner de lui les puissances qui le retiennent.

3°.

3°. La cohésion & la force magnetique par lesquelles deux corps se pressent mutuellement l'un l'autre, à peu près comme nos mains s'appliquent l'une contre l'autre, lorsque nous les serrons.

Quelles sont les forces pressantes, qui changent de lieu avec le corps.

§. 523. Les Forces pressantes qui, en restant appliquées au corps sur lequel elles agissent, se meuvent avec lui, sont:

1°. Le poids qui est dans le bassin d'une balance, & qui force ce bassin à descendre avec lui.

2°. Un ressort qui vient à se détendre, & à pousser devant lui les obstacles qui le retenoient.

3°. Ma main qui presse un corps posé sur une table, & qui parcourt cette table avec lui.

4°. Un corps attaché à un autre corps avec lequel il tourne en rond, & qu'il tire par sa force centrifuge, &c.

§. 524. Ainsi, on appelle également *Force pressante*, la force par laquelle un corps en tire un autre, & celle par laquelle un corps presse sur un autre: en un mot tout ce qui fait effort pour déranger de sa place un corps auquel il tient, soit qu'il le touche immédiatement, comme le poids qui est dans le bassin d'une balance, soit qu'il lui tienne par un autre corps, comme le corps tourné en rond, qui tire celui auquel une corde l'attache; soit enfin qu'il le presse simplement comme une pierre posée sur une table.

§. 525.

§. 525. Toute Force motrice produit une pression ; mais la pression de la force morte est détruite à tout moment, & celle de la force vive ne l'est pas.

§. 526. Les obstacles sur lesquels les forces pressantes agissent, peuvent être ou invincibles, ou de nature à céder.

§. 527. Quand les obstacles sont invincibles, l'action de la force qui tend à les déplacer, est à tout moment détruite par ces obstacles, & à tout moment reproduite par l'effort continuel que fait la force pressante pour vaincre cette résistance. Ainsi, les petits degrés que la force pressante imprime à l'obstacle qui retient son action, périssent en naissant, & naissent en périssant ; & c'est dans cette réciprocation constante, dans ce retour de production & de destruction que consiste l'effet de la pesanteur d'un corps, lorsqu'il est retenu par un obstacle invincible ; & c'est cette pression aussi-tôt détruite, que produite, qu'on appelle *force morte*.

§. 528. Quoique les forces mortes ne produisent aucun effet, elles peuvent cependant être considérées comme actives ou comme passives.

§. 529. La Force morte que je considère

comme active, est la force que les corps ont pour tenir quelque puissance en équilibre.

En quoi consistent les forces mortes.

§. 530. La Force morte que je considére comme passive, est celle que reçoit un corps sans mouvement, lorsqu'il est sollicité de se mouvoir, & qu'il reste cependant en repos.

Quel est leur effet.

§. 531. Lorsque la force morte est détruite par un obstacle invincible, son effet est le même, soit que son action dure un moment, soit qu'elle soit continuée des millions d'années; car dans l'un & dans l'autre cas, elle ne produit aucun effet réel; mais elle tend seulement, à chaque instant, à en produire un: ainsi, quelque long-tems que la pression contre un obstacle invincible puisse être continuée, la force qui la produit, ne s'épuise jamais.

§. 532. Dès que l'action de la Force morte sur un obstacle invincible cesse, son effet, qui est la pression du corps qui lui résiste, cesse aussi; & son effet ne survit jamais à son action.

Toute pression se consume pendant qu'elle agit, & son effet, dans un moment, ne dépend point de son effet dans un autre, de sorte qu'elle est toujours détruite dans un instant infiniment petit, soit par la pression contraire d'un obstacle invincible, soit en communiquant ou en détruisant de la force.

On appelle résistance ce qui détruit la pression,

sion, & c'est pour cela que la réaction est toujours égale à l'action, ce qui veut dire seulement que la résistance est égale à la pression qu'elle détruit.

§. 533. Un obstacle invincible pour une force, ne l'est pas pour une autre, si cette force est supérieure à la première.

§. 534. Lorsque les obstacles sur lesquels la force motrice agit, ne sont pas invincibles, l'action de cette force sur ces obstacles est de les faire sortir de leur place, & alors les petits degrés de mouvement, que cette force communique, à chaque instant infiniment petit, au corps sur qui elle agit, s'y accumulent, & s'y conservent, & cette force oblige le corps à changer de place; & dans ce cas la *force morte* se change en *force vive*.

Quand l'obstacle cède, les forces pressantes ou *forces mortes*, deviennent forces vives.

§. 535. On voit déja que la force morte & la force vive différent entr'elles essentiellement, puisque l'une ne produit aucun effet, & que l'autre produit un effet réel, qui est le déplacement de l'obstacle: ainsi, ces deux espèces de force ne peuvent pas plus être comparées qu'une ligne & une surface: ce sont des quantités hétérogénes, & entre lesquelles il y a l'infini.

Je parlerai des forces vives dans le Chapitre 21. Je n'examine ici que l'effet de la simple pression.

Comment les forces mortes doivent être estimées.

§. 536. Dans les corps en repos on estime la force qu'ils ont pour tenir quelque puissance en équilibre, par le produit de leur masse ou de leur matiére propre multipliée par leur vîtesse virtuelle ou élémentaire, c'est-à-dire, par la vîtesse initiale qu'ils auroient, si cette puissance, qui les retient, venoit à faire quelque mouvement.

§. 537. Le corps est quelque tems à acquérir la force motrice; car tout effet suppose un tems dans lequel il s'opére.

§. 538. La puissance qui agit sur le corps, & qui lui communique la force motrice, reste appliquée à ce corps, jusqu'à ce qu'il ait acquis cette force qu'elle lui communique.

La puissance motrice reste appliquée au corps, & parcourt avec lui un certain espace dans le premier instant, dans lequel la puissance transporte l'obstacle.

§. 539. Dans ce premier instant, dans lequel la puissance motrice reste appliquée au corps sur qui elle agit, l'intensité de cette puissance est le produit de la masse par la vîtesse initiale; car tant que le corps pressé n'a pas encore acquis tout son mouvement la puissance qui lui communique le mouvement, est alors une force morte.

§. 540.

Les puissances peuvent différer entr'elles selon la grandeur des masses qu'elles peuvent transporter, & selon l'espace infiniment petit qu'elles peuvent parcourir avec elles en tems égal ; & c'est ce qu'on appelle *l'intensité des puissances.*

§. 540. On ne peut point connoître la grandeur d'une seule puissance : il faut comparer l'action momentanée de deux puissances qui agissent sur des masses égales ou inégales, & qui les poussent avec un increment de vîtesse plus ou moins grand, afin de pouvoir connoître en quelle raison ces puissances agissent ; car toutes nos connoissances ne sont que comparatives. De la comparaison des puissances.

§. 541. Si dans un espace égal, les puissances déplacent des masses inégales, leurs intensités seront comme les masses deplacées, multipliées par leurs vîtesses initiales.

§. 542. Si les masses deplacées sont égales & les espaces inégaux, les intensités seront comme les espaces.

§. 543. Si les masses & les espaces sont inégales, les intensités des puissances seront comme ces masses, & ces espaces, c'est-à-dire, en raison composée des deux.

§. 544. Les masses déplacées sont toujours en raison directe de la grandeur des puissances, & en raison inverse des espaces.

§. 545. Ainsi, les intensités des puissances sont égales, si les espaces parcourus sont en raison réciproque des masses déplacées. Par exemple, si les masses déplacées sont 8. & 6. & les espaces parcourus 3. & 4. respectivement, l'intensité de chacune de ces deux puissances sera 24. car dans ce cas, la premiere masse est à la seconde, comme la vîtesse initiale de la seconde est à la vîtesse initiale de la premiere : ainsi, le produit des espaces parcourus, & des masses déplacées, multipliés l'un par l'autre, représente l'intensité des puissances qui communiquent la force motrice.

§. 546. Les puissances égales qui agissent dans une direction directement opposée, se servent l'une à l'autre d'un obstacle invincible, & détruisent mutuellement l'effet l'une de l'autre : ainsi, toute puissance opposée peut être considérée comme un obstacle invincible, par rapport à la puissance qu'elle contrebalance ; & tout obstacle invincible peut être considéré comme une puissance égale à la puissance dont il arrête l'effet.

§. 547. Dans l'équilibre des puissances, les forces

forces mortes ſont en raiſon compoſée des maſſes, & de leur vîteſſe virtuelle.

Ainſi, quand 10. livres paroiſſent en équilibre avec 2. livres, comme dans une romaine, ce n'eſt en effet qu'une illuſion; car ce n'eſt pas entre 2. & 10. qu'eſt l'équilibre, mais entre 2. & 10. diſpoſées de façon, que les deux livres, auroient 5. fois plus de vîteſſe que les 10. ſi elles venoient à ſe mouvoir, ce qui rétablit l'équilibre.

Pourquoi 2. livres & 10. livres paroiſſent en équilibre.

L'équilibre eſt donc un repos cauſé par l'oppoſition & l'égalité de deux ou de pluſieurs forces.

§. 548. Deux forces ne peuvent être en équilibre, & ſe détruire mutuellement, que lorſqu'elles feroient parcourir à la même maſſe des eſpaces égaux en tems égaux, ſi elle venoit à céder à leur action, dans le premier moment quelle y céderoit, car ces forces pourroient déranger les mêmes maſſes, quoiqu'elles ne puſſent pas les tranſporter également loin en tems égal; & ſi une de ces puiſſances, par exemple, pouvoit faire parcourir au même corps un eſpace infiniment petit, double de l'eſpace infiniment petit que l'autre puiſſance lui feroit parcourir dans un même tems, l'intenſité de cette puiſſance ſeroit double de celle de l'autre puiſſance; car lorſque les maſſes ſont égales, les puiſſances ſont comme les eſpaces. (§. 542.)

§. 549. Les puissances égales & opposées se détruisent mutuellement, & alors leur destruction est le seul effet qu'elles produisent.

Lorsque deux puissances sont en équilibre, elles sont égales.

De l'équilibre des puissances.

§. 550. Afin que deux puissances puissent être en équilibre, il faut que leurs directions se réunissent en un point, & concourent dans la même ligne, sans quoi elles ne seroient point opposées, ou bien elles ne le seroient qu'en partie.

§. 551. Si deux puissances agissent sur le même corps dans une direction contraire, & avec des forces inégales, la force de la puissance plus foible sera détruite, ainsi qu'une égale partie de la force de la puissance supérieure, enforte que la plus forte puissance poussera la plus foible devant elle avec la force qui lui restera; & l'effet produit sera égal à la force restée à la puissance supérieure.

§. 552. Si les directions opposées de deux puissances égales en tout, se réunissent sur un même obstacle, ni ces puissances, ni cet obstacle ne sortiront de leur place; & ces puissances détruiront mutuellement l'effet l'une de l'autre, tant qu'elles continueront à presser cet obstacle dans une direction opposée.

§. 553.

§. 553. Afin que les trois puissances ABC. dont les directions se réunissent au point D. soient en équilibre, il faut que leurs intensités soient entr'elles comme les trois lignes DG. GE. ED. paralleles aux directions des trois puissances ABC. lesquelles forment entr'elles le triangle DGE. ou DEF. car si la puissance B. en tirant le point D. lui eût donné la vîtesse DG. & que la puissance C. lui eût donné la vîtesse DF = GE. le point D. eût parcouru la diagonale DE. du parallelogramme GDFE.

Planche 11. *Fig.* 69.

En quel proportion les puissances qui sont en équilibre, doivent être entr'elles.

Donc afin que la puissance A. tienne le point D. en repos, & contrebalance les puissances C. & B. il faut qu'elle puisse donner au corps B. la vîtesse ED. car alors la force vers DE. sera égale aux deux forces vers DG. & vers DF=GE. puisque les forces sont entr'elles comme les vîtesses qu'elles communiqueroient au même corps (257.) Les côtés du triangle DGE. expriment donc en quelle raison ces trois puissances qui se tiennent en équilibre, sont entr'elles.

Fig. 69.

§. 554. Une puissance est en équilibre avec 4. 5. ou un nombre quelconque de puissances, lorsque toutes les puissances qui la contrebalancent, peuvent être renfermées dans une seule puissance, dont l'intensité soit égale à l'intensité de la puissance contrebalancée, & si de plus elles concourent avec elle dans la même ligne.

Soit ce point A. tiré par les cinq puissances

D. E. F. G. B. enſorte que la puiſſance B. ſoit en équilibre avec les quatre autres puiſſances D. E. F. G. Si ces cinq puiſſances ſont reſpectivement proportionnelles aux lignes AD. AE. AF. AG. AB. ayant formé le triangle ADC. ou le parallelogramme ADCE. les puiſſances AE. AD. ſeront renfermées dans la ſeule puiſſance AC. qui agira dans la direction AC. ainſi les puiſſances AD. AE. AC. ſeront en équilibre par la §. précédente.

Fig. 70.

L'action de toute puiſſance peut ſe réſoudre en deux autres puiſſances.

Les puiſſances AG. AF. étant enſuite renfermées de la même façon dans la puiſſance Ah. ces deux nouvelles puiſſances AC. & Ah. ſeront réduites par le même moyen à la ſeule puiſſance Ab. qui ſe trouvera égale & directement oppoſée à AB. puiſqu'elle ſera dans la même ligne, & qu'elle repréſente les forces AE. AD. AF. & AG. qui étoient en équilibre avec AB.

Fig. 70.

§. 555. Il ſuit de la §. 553. que l'action de toute puiſſance peut ſe réſoudre en l'action de deux ou de pluſieurs puiſſances ; & cela d'une infinité de maniéres différentes, à cauſe de la quantité infinie de triangles qui peuvent avoir le même côté. (§. 281.)

Ainſi, on peut conſidérer l'effet opéré par pluſieurs puiſſances, comme étant l'effet d'une ſeule force qui leur eſt égale, & au contraire.

Preuve

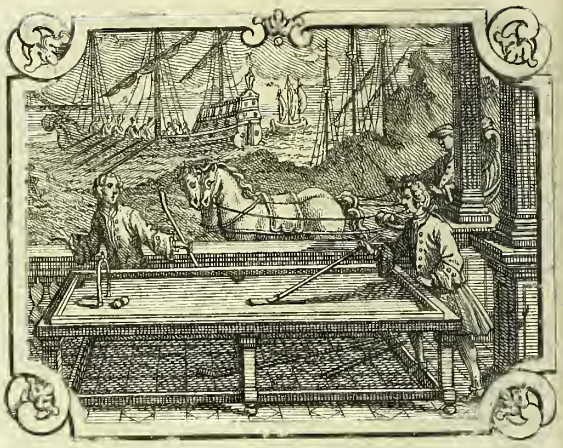
§. 556. C'eſt ſur tout dans la combinaiſon de l'action

l'action des forces preſſantes que l'on trouve l'accompliſſement de la troiſiéme Loi du mouvement, par laquelle la réaction eſt toujours égale à l'action (§. 258.) car les forces preſſantes n'agiſſent jamais ſans une réſiſtance égale, ſoit que l'obſtacle céde, ſoit qu'il réſiſte invinciblement.

de l'égalité de l'action & de la réaction par l'équilibre des puiſſances

Ainſi, dans l'équilibre où ſe tiennent deux ou pluſieurs puiſſances, quoiqu'elles ſe preſſent l'une l'autre, & que la moindre augmentation de force les pût faire ſortir de leur place, cependant elles y reſtent toutes, tant que les efforts qu'elles s'oppoſent mutuellement, ſont égaux.

CHAPITRE



CHAPITRE XXI.

De la Force des Corps.

§. 557.

VOus avez vû dans le Chapitre premier, que le principe de la continuité, fondé ſur celui de la raiſon ſuffiſante, ne ſouffre point de ſaut dans la nature, & qu'un corps ne ſçauroit paſſer d'un état à un autre, ſans paſſer par tous les degrés qui ſont entre deux; ainſi, par cette Loi un corps qui eſt en repos, ne ſçauroit paſſer ſubitement au mouvement, il faut qu'il y aille ſucceſſivement, & comme par nuances, en acquerant l'un après l'autre tous les degrés de mouvement qui ſont entre

Un corps ne peut paſſer ſubitement du mouvement au repos, ni du repos au mouvement.

entre le repos, & le mouvement qu'il doit acquérir.

§. 558. Un corps qui est en mouvement, possède une certaine force qui augmente, lorsque la vîtesse de ce corps augmente, & qui diminue, lorsque la vîtesse diminue. Donc puisque l'on vient de voir qu'un corps ne reçoit point sa vîtesse totale tout d'un coup; mais qu'il l'acquert par gradation, la force qui accompagne cette vîtesse, passe aussi successivement de la cause pressante, dans le corps qu'elle met en mouvement.

Les corps acquerent la force successivement comme la vîtesse.

§. 559. Ainsi, il se presente naturellement deux façons de considérer la force des corps, la premiere, lorsque la force est encore naissante, ou prête à naître, & la seconde, lorsque la force est déja née dans le corps, c'est-à-dire, lorsque le corps est dans l'état d'un mouvement actuel, & fini.

Deux façons de considérer la force des corps.

§. 560. Lorsque la force est encore dans sa naissance, elle est l'effet de la pression d'une cause étrangére sur le corps qui la reçoit, cette pression imprime au corps un élement de mouvement, s'il peut céder, & obéir à la cause qui le sollicite, & si le corps est retenu par un obstacle invincible, qui ne lui permette point d'acquérir de la vîtesse, & d'accumuler en lui les degrés de force, que la cause qui agit sur lui

Toute pression produit ou une tendance au mouvement ou une vîtesse infiniment petite.

lui, peut lui donner, cette cauſe lui communique ſimplement une tendance au mouvement ; de cette eſpéce, eſt la force de la gravité, quand ſon action eſt retenue.

Tout le monde convient que c'eſt cette force qui fait deſcendre les corps vers la terre ; or un corps qui eſt ſur une table, ou ſuſpendu à un fil, ne ſçauroit deſcendre vers la terre, parce que la réſiſtance de la table, ou du fil l'en empêche, cependant il preſſe la table, & il tend le fil, & il montre par-là ſa tendance au mouvement, qui ne peut avoir d'effet, tandis que ces obſtacles qu'il ne ſçauroit vaincre, s'y oppoſent. La preſſion du corps peſant eſt donc ſans effet dans ces deux cas, ou plûtôt les effets qu'elle produit, c'eſt-à-dire, la tenſion du fil, & la preſſion de la table, ſont *des effets non nuiſibles*, qui n'épuiſent point la cauſe preſſante : ainſi, la cauſe preſſante ne perd rien alors de ſa force parce qu'elle ne la déploye point ; mais elle tend ſimplement à la déployer, & *cette force* demeureroit éternellement en elle ſans s'altérer, ſi les obſtacles reſtoient toujours invincibles. L'on appelle cette force que la cauſe preſſante déploye ſans ſuccès, *force morte.*

Ce qu'on appelle *force morte.*

De l'élément de la force vive.

§. 561. Lorſqu'on ôte l'obſtacle invincible qui empêchoit l'effet de la cauſe preſſante, & qu'on lui donne la liberté de ſe déployer, & de transferer de la force dans le corps preſſé ; auſſi-tôt le corps céde, & ne renvoye plus les preſſions

preſſions de cette cauſe, mais il les reçoit & les accumule dans lui, & alors ces preſſions qui n'étoient que de ſimples efforts, une force morte, deviennent une force vive, mais une force vive infiniment petite, l'élément de la force vive, ſon commencement qui ne peut devenir une force vive finie, que lorſqu'elle eſt répetée une infinité de fois, & accumulée par une infinité de preſſions ſucceſſives dans le corps qui reçoit le mouvement, & comme cette force infiniment petite qui eſt l'élément de la force vive, eſt l'effet de la preſſion qui étoit une force morte, lorſque ce corps étoit encore retenu, & qu'il ne pouvoit point recevoir le mouvement, & que ces deux forces, c'eſt-à-dire, la force morte & l'élément de la vive ont une même meſure qui eſt la maſſe du corps multipliée par la vîteſſe infiniment petite que la preſſion lui communique, à chaque inſtant infiniment petit, on les confond ordinairement, & on le peut faire ſans erreur; mais j'aime cependant mieux les diſtinguer ici, parce qu'il y a une différence réelle entre elles; car dans le premier cas les degrés de force infiniment petits ſont détruits à tout moment, au lieu que dans le ſecond, ils s'accumulent dans le corps qui reçoit le mouvement.

La meſure de la force morte eſt le produit de la maſſe par la vîteſſe initiale.

§. 562. Lorſque la preſſion imprime au corps qui lui céde, le premier degré de force, ou l'élement de la force vive, cet élement eſt proportionnel

La meſure de cet élement de vîteſſe eſt

la même que celle de la force morte.

portionnel au petit espace que la pression fait parcourir au corps dans un petit tems donné, ou à la vîtesse infiniment petite qu'elle lui communique dans ce petit tems, & une pression qui feroit parcourir au même corps un espace double, en même tems, feroit double, (§. 541.) & comme cette pression, qui produit dans le premier moment un élement de force vive lorsque l'obstacle céde infiniment peu, est la même qui produisoit une force morte, lorsque cet obstacle ne cedoit point du tout à son effort, on connoît la quantité de la pression qu'un obstacle invincible détruit, par rapport à une autre pression à laquelle l'obstacle céde infiniment peu dans un tems infiniment petit, par l'espace, que cette pression, qui agit contre un obstacle invincible, feroit parcourir à cet obstacle dans un tems donné, si la force qu'elle communique au corps sur qui elle agit, devenoit vive de morte qu'elle étoit auparavant, comparé à l'espace, que l'autre pression à laquelle l'obstacle céde infiniment peu, fait parcourir dans le même tems à un corps égal en masse au premier, en considérant toujours les effets dans un instant infiniment petit.

Comment on connoît l'effort des Machines, & ce qu'elles peuvent produire d'effets.

§. 563. C'est de cette maniére qu'on mesure les efforts des Machines, par les petits espaces que les masses pressées parcoureroient, si on leur donnoit la liberté de céder aux efforts qui les pressent, & en examinant le rapport que ces petits espaces ont entre eux. La

La force des Machines eſt du genre des forces mortes, de même que la force de tous les corps qui tendent à un mouvement actuel, mais qui n'y ſont point encore, & on doit eſtimer leur rapport, lorſqu'on les compare entr'elles par le produit de leur maſſe dans leurs vîteſſes initiales, leſquelles ſont toujours proportionnelles à l'effort que ces corps font pour ſe mouvoir.

Planche 11. *Fig.* 71.

Exemple de l'effort des Machines près de la Romaine.

Ainſi, ſoient les deux bras d'une Romaine M. E. N. E. chargés à leurs extrémités de deux poids M. & N. qui s'y tiennent en équilibre : on ſçaura le rapport de ces forces, ſi on conſidére ce qui arriveroit ſi l'un des bras obéiſſoit à l'effort du corps qui le preſſe, on voit qu'alors le bras ME. viendroit en mE. & le bras NE. en nE. & que par conſéquent le corps M. décriroit le petit arc Mm. pendant que le corps N. décriroit le petit arc Nn. dans le même tems, leurs efforts ſeront donc comme ces petits eſpaces Mm. Nn. multipliés par leurs maſſes; car ces petits eſpaces ſont comme leur vîteſſe initiale : mais les efforts ſont égaux par la ſuppoſition, ainſi, la maſſe M. eſt à la maſſe N. comme l'eſpace Nn. eſt à l'eſpace Mm. c'eſt-à-dire, que les maſſes ſont en raiſon renverſée des eſpaces par la propoſition ſeize du ſixiéme Livre d'Euclide; mais comme les triangles MmE. NnE. ſont ſemblables, leurs côtés ſont proportionnels (Euclide Prop. 4. Liv. 6.) Ainſi, Nn. Mm. = NE. ME, c'eſt-à-dire, les eſpaces

parcourus ſont entr'eux comme la longueur des bras de la Romaine, mettant donc à la place de la raiſon des petits eſpaces Nn. à Mm. la raiſon de la longueur des bras NE. ME. qui lui eſt égal, on aura M : N = NE : ME. c'eſt-à-dire, que les poids M. & N. ſont en raiſon réciproque de la longueur des bras de la Romaine, ce qui eſt la propoſition fondamentale de la Statique.

Fig. 71.

Exemple tiré de la propoſition fondamentale de l'Hydroſtatique.

§. 564. On démontrera de la même maniére la propoſition fondamentale de l'Hydroſtatique, que les fluides ſont en équilibre, lorſque leurs ſurfaces ſont à une hauteur égale dans les vaſes, & les tuyaux qui les contiennent; car ſuppoſons que dans le vaſe AT. la ſurperficie AB. ſoit dix fois plus grande que celle du tuyau CD. & que cette ſuperficie deſcende en a b. il eſt clair que la ſuperficie CD. du tuyau communiquant montera en c d. d'autant plus haut que la ſurperficie du vaſe eſt plus grande que celle du tube : or ſi ces deux quantités d'eau doivent être en équilibre, il eſt néceſſaire que les produits de leurs maſſes multipliés dans leurs vîteſſes initiales ſoient égaux ; or puiſque la vîteſſe initiale de l'eau du tube eſt 10. tandis que celle du vaſe eſt 1. il faut que la maſſe dans le tube ſoit auſſi 10. fois plus petite, & par conſéquent que les hauteurs des fluides ſoient égales, puiſque la ſurface CD. eſt ſeulement la dixiéme partie de la ſurface AB.

Fig. 72.

§. 565.

§. 565. De cette manière on parvient toujours à déterminer le rapport de toutes sortes de puissances, qui se tiennent en équilibre au moyen de leurs vîtesses initiales, & toute la Statique, tant des fluides que des solides, est comprise sous cette régle.

Tous les Mathématiciens conviennent de ce principe, ils mesurent toujours le rapport des efforts ou des forces mortes par les produits des masses multipliés par les vîtesses initiales, & personne ne s'est jamais avisé de révoquer cette vérité en doute; mais il n'en est pas de même de la force vive, c'est-à-dire, de la force qui réside dans un corps qui est dans un mouvement actuel, & qui a une vîtesse finie, c'est-à-dire, une vîtesse infiniment plus grande que cette vîtesse initiale dont je viens de parler.

§. 566. Sans entrer encore dans la discussion de la mesure de cette force vive, on s'apperçoit aisément qu'elle est d'un autre genre que la force morte, qu'elle doit être infiniment plus grande que son élement, & qu'elle doit lui être comme une ligne est à un point, ou comme une surface est à une ligne.

M. de Leibnits qui a découvert le premier la véritable mesure de la force vive, a distingué avec beaucoup de soin ces deux forces, & il a si bien expliqué leurs différences qu'il eût été

M. de Leibnits est l'inventeur des forces vives. *Acta E-*

vid. Année 1686. & suiv.

été impossible de s'y méprendre, & de les confondre, si au lieu de se révolter contre cette découverte, on l'avoit examinée.

Il faut distinguer avec soin la force vive de son élément.

§. 567. On a vû (§. 560.) qu'une pression imprime au corps qui lui cède, une vîtesse initiale, & une force infiniment petite, & que cette force infiniment petite passe dans le corps sur qui la cause pressante agit; à cette pression succéde une autre pression, & à celle-ci encore une autre, & ainsi de suite jusqu'à ce que le corps ayant reçu successivement une infinité de pressions toutes efficaces, & qu'il conserve toutes, ce corps se meuve avec une vîtesse finie, & qu'il ait acquis une force, qui est la somme de toutes ces pressions accumulées & assemblées dans lui.

Fig. 73.

Or personne ne peut nier que de trois ressorts AB. CD. EF. également forts, & également tendus, chacun posséde la même force, & que je puis mettre l'un à la place de l'autre, sans alterer l'effet qui doit résulter de la force de ces ressorts: ainsi, si un corps a acquis toute la force qui résidoit dans le ressort AB. & qu'un autre corps ait acquis toute la force qui résidoit dans les deux autres ressorts égaux CD. EF. ce second corps aura deux fois plus de force que le premier, & un corps qui auroit la force de trois de ces ressorts égaux & semblables, auroit trois fois plus de force, que celui qui n'auroit que la force d'un de ces ressorts, & ainsi de suite.

Rien

Rien ne paroît plus évident que cette proposition, & si on vouloit la nier, je ne sçais plus ce qu'il y auroit de sur dans les connoissances humaines, ni sur quel principe on pourroit bâtir en Philosophie; il vaudroit autant, ce me semble, renoncer à toute recherche.

Fig. 74. Les forces vives des corps sont comme le quarré des vîtesses. Preuves de cette vérité par la chute des corps.

La gravité presse uniformement les corps graves à chaque instant, & dans tous les points où ils se trouvent pendant leur chute vers la terre; je puis donc considérer la gravité, quant à ses effets, comme un ressort infini NR. qui presse également un corps A. dans tout l'espace AB. & qui le suit en le pressant toujours également, & en accelérant continuellement son mouvement vers B. par les nouvelles pressions qu'il lui imprime dans tous les points qui sont entre A. & B. Or si on exprime la pression que le corps éprouve en A. par la ligne A m, celle qu'il reçoit dans le moment le plus proche a. par la ligne a n, la pression suivante pa b p. & ainsi de suite jusqu'en B. où le corps se trouve actuellement, on voit que toutes ces lignes, A m, a n, b p. &c. font le rectangle Ab. & que la force vive acquise en B. doit être représentée par ce rectangle, puisqu'elle est composée de la somme de toutes les pressions reçûes pendant le tems AB. lesquelles pressions les lignes A m, a n, b p, B b. représentent: ainsi, la force vive du corps A. arrivée au point B. sera à celle d'un corps R. qui seroit descendu de A. en R. comme le rectangle Ab, au rectangle A L. c'est-

à-dire, comme les espaces AB. AR. car les rectangles qui ont la même hauteur, sont entr'eux comme leurs bases (Euclide Livre 6. Prop. premiere.)

Les forces que les corps ont reçuës en A. & en R. doivent être nécessairement comme ces lignes AB. AR. car par la §. précédente, les forces vives doivent être entre elles comme le nombre des ressorts égaux, & semblables qui se sont détendus, & qui ont communiqué leurs forces aux corps en mouvement; or le nombre de ces ressorts est évidemment ici comme les espaces AB. AR. puisque dans un espace double il y a deux fois plus de ressorts que dans un espace sous double. Donc les forces vives des corps que la gravité fait descendre, doivent être entre elles comme les espaces AB. AR.

Fig. 74.

On a vû au chap. 13. qu'il est démontré par la théorie de Galilée que les espaces que la gravité fait parcourir aux corps qui tombent vers la terre, sont comme les quarrés des vîtesses: donc les forces vives que les corps acquerent en tombant, sont aussi comme les quarrés de leurs vîtesses, puisque ces forces sont comme les espaces.

Combien cette découverte fut combatue dans les commencemens.

Cette assertion parut d'abord une espece d'Héresie Physique. D'*où viendroit ce quarré*, disoit-on? mais on voit qu'il est aisé par ce qui vient d'être dit dans les sections précédentes, de le déduire de l'accumulation de toutes les pressions

sions qui ont agi sur le corps dans un tems infini.

§. 568. Toutes les expériences ont confirmé depuis cette découverte, dont on a l'obligation à M. de Leibnits, & elles ont fait voir que dans tous les cas, la force des corps qui sont dans un mouvement actuel, & fini, est proportionnelle aux quarrés de leurs vîtesses multipliées dans leur masse, & cette estimation des forces est devenue un des principes les plus féconds de la Méchanique. Toutes les expériences l'ont confirmée.

Les Philosophes sont d'accord sur les expériences qui prouvent cette estimation des forces vives, & ils conviennent tous, que les matiéres déplacées, les ressorts tendus, les fibres aplaties, les forces communiquées, &c. que tous les effets des corps en mouvement enfin, sont toujours comme le quarré de leur vîtesse multipliée par leur masse.

Il sembleroit dabord qu'il ne devroit y avoir aucune dispute sur cette matiére; car puisque de l'aveu de tout le monde, toute force est égale à son effet pleinement exécuté, & que des expériences non contestées prouvent que tous les effets des corps en mouvement, sont comme les quarrés de leurs vîtesses multipliées par leurs masses, il paroît indispensable de conclure que les forces de ces corps sont aussi comme le quarré de leurs vîtesses.

Objection contre les forces vives tirées de la considération du tems.

§. 569. Les adversaires des forces vives ont crû pouvoir se dérober à cette conclusion par la considération du tems, lequel, disent-ils, doit toujours être la mesure commune de deux forces que l'on compare; or les corps qui avec des vîtesses doubles font des effets quadruples, ne les font que dans un tems double : donc, conclue-t'on, leur force n'est que double en tems égal, c'est-à-dire, en raison de la simple vîtesse, & non du quarré de cette vîtesse.

Reponse à cette Objection.

Il me semble qu'il y a une reponse bien simple à cette Objection; car pouvoir produire plus d'effets, & agir pendant plus de tems, c'est là ce que j'appelle, & ce que je crois que tout le monde doit appeller, *avoir plus de force*, & la mesure totale de cette force doit être ce que le corps peut faire, depuis le tems qu'il commence à se mouvoir, jusqu'à celui où il aura épuisé toute sa force, quelque soit le tems qu'il y employe, & le tems ne doit pas plus entrer dans cette considération que dans la mesure de la richesse d'un homme, qui doit avoir été toujours la même, soit qu'il ait dépensé son bien dans un jour, ou dans un an, ou dans cent ans.

§. 570. La question de la force des corps ne doit pas rouler sur une force métaphisique sans emploi & sans résistance, car je ne sçais quelle est la force de celui qui ne se bat point; si donc

donc rien ne resiste à la force d'un corps, s'il se meut seulement avec sa masse & sa vîtesse, je ne le connois que comme *vîte*, & je ne puis découvrir quelle est sa force, ni ce que c'est.

Mais si ce corps vient à rencontrer d'autres corps qu'il fait mouvoir, des ressorts qu'il tend, des masses qu'il transporte, qu'il déplace, ou qu'il comprime, alors je le connois comme *fort*, & je puis estimer sa force par la quantité d'effets qu'il produit en la consumant, & je ne puis craindre de me tromper en estimant cette force, par les effets qui l'ont consumée.

En quelles circonstances le tems est à considérer.

Le tems est à considérer dans les occasions, dans lesquelles pendant un plus long-tems il peut y avoir un plus grand effet produit, comme dans le mouvement uniforme; car alors l'espace total parcouru qui est le seul effet produit, sera plus ou moins grand, selon que le mouvement du corps sera continué plus ou moins de tems; mais un corps qui a eû la force de fermer un tel nombre de ressorts, ou de remonter à une telle hauteur, ne fermera jamais une plus grande quantité de ressorts semblables, & ne remontera jamais plus haut, quelque tems qu'il y employe.

Le mouvement perpétuel méchanique seroit possible, si dans un tems plus

Si avec un tems plus long le corps pouvoit produire un plus grand effet, comme, par exemple, de remonter à une plus grande hauteur que celle dont il est tombé, alors l'effet seroit plus grand que sa cause, & le mouvement perpétuel méchanique seroit possible; car il ne seroit

long, la même force pouvoit produire plus d'effets.

roit queſtion que d'employer un tems d'une longueur ſuffiſante; mais tout le monde regarde le mouvement perpétuel méchanique comme impoſſible ; donc quand il s'agit d'eſtimer la force d'un corps, les obſtacles ſurmontés ſont ſeuls à compter.

§. 571. Ainſi, la force détruite eſt toujours égale à l'effet qu'elle a produit, quelque ſoit le tems dans lequel elle l'a produit ; car ſi ce tems a été plus court, & la réſiſtance égale, le corps aura conſumé plus de force, & ſurmonté par conſéquent une plus grande partie de cette réſiſtance à chaque inſtant, & ſi le tems a été plus long, il ſera arrivé tout au contraire ; mais dans l'un & l'autre cas, il y a eu la même force dépenſée & la même quantité d'effets produits, enſorte que pour ſurmonter une réſiſtance qui eſt 100. il faut toujours cent degrés de force, quelque tems que l'on mette à la ſurmonter.

Abſurdités qui s'enſuivroient de la conſidération du tems dans l'eſtimation des forces.

§. 572. Je demanderai, de plus, aux perſonnes qui appuyent tant ſur cette diſtinction du tems, ſi un corps, qui en vertu d'une double vîteſſe produit des effets quadruples pendant un tems double, n'agit pas dans le ſecond tems par ſa force, ſi ce n'eſt pas ſa force qui le fait agir alors, ſi ce n'eſt pas enfin ſa force qu'il conſume dans ce ſecond tems comme dans le premier.

Il

Il faut bien qu'ils repondent que *oui*, or un corps avec une vîteſſe *deux* fermera trois reſſorts dans la premiere ſeconde, tandis qu'un corps dont la vîteſſe eſt ſous-double de la ſienne, n'en fermera qu'un, & dans la deuxiéme ſeconde, le corps qui avoit la vîteſſe *deux* fermera un quatriéme reſſort, tandis que celui dont la vîteſſe étoit un, reſtera dans un parfait repos; or, je demande comment il peut reſter quelque force dans la deuxiéme ſeconde, au corps qui avoit *deux* de vîteſſe, s'il n'a eu en commençant à ſe mouvoir qu'une force double du corps qui avoit *un* de vîteſſe, puiſque dans la premiere ſeconde il a depenſé le triple de force, & produit le triple d'effets ſemblables; il ne lui devroit aſſurément rien reſter, puiſque même il a plus depenſé dans la premiere ſeconde qu'il n'étoit cenſé avoir: il faut donc convenir que l'effet quadruple que le corps qui avoit *deux* de vîteſſe, a produit en deux ſecondes, a été produit par une force quadruple, ou bien il faudra dire que l'effet a été plus grand que ſa cauſe, ce qui eſt abſurde.

Si l'on admettoit que la force ſupérieure, qui ferme quatre reſſorts, ne fût que double de la force inférieure, qui s'eſt conſumée en fermant un reſſort ſeulement, il s'enſuivroit que le corps qui a *deux* de vîteſſe, ne conſume dans le premier inſtant que la même force du corps qui a *un* de vîteſſe, quoiqu'il dérange dans ce premier inſtant le triple d'obſtacles égaux, & que par conſéquent

conſéquent un homme qui au bout d'une lieue ſeroit tombé de laſſitude, auroit cependant eu la même force que celui qui ne ſe ſeroit laſſé qu'après avoir parcouru trois lieues dans le même tems : il faut avouer que ce ſont là des aſſertions un peu étrangéres.

Il eſt donc bien difficile de ſe réſoudre à eſtimer les forces autrement que par les effets, dans leſquels elles ſe ſont conſumées, puiſque ſi elles avoient été plus grandes que ces effets, elles ne ſe ſeroient point conſumées en les produiſant, & que ſi elles avoient été moindres, elles ne les auroient point produits.

On refuſe d'admettre les forces vives en convenant des expériences qui les établiſſent.

§. 573. Les forces vives ſont peut-être le ſeul point de Phyſique, ſur lequel on diſpute encore en convenant des expériences qui le prouvent ; car ſi vous demandez à ceux qui les combattent quels ſeront ſur des obſtacles égaux les effets de deux corps égaux en maſſe, mais dont les vîteſſes ſont 4. & 3. ils vous répondront que l'un fera un effet, comme 16. & l'autre comme 9. or, l'on ſent aiſément que quelque diſtinction, & quelque modification qu'ils apportent enſuite à cet aveu que la force de la vérité leur arrache, il reſte toujours certain que l'effet étant quadruple, il a fallu une force quadruple pour le produire.

§. 574. Il ſeroit inutile de vous rapporter ici toutes les expériences qui prouvent cette vérité,

té, vous les verrez un jour dans l'excellent Mémoire que M. Bernoulli a préſenté à l'Académie des Sciences en 1724. & en 1726. & que l'on trouve dans le Recueil des Piéces qui ont remporté, ou merité les Prix qu'elle diſtribue, & vous en avez déja vû une partie dans le Mémoire que M. de Mairan a donné en 1728. à l'Académie contre les forces vives, & que nous avons lû enſemble, & dans lequel ce fameux Procès eſt expoſé avec beaucoup de clarté, & d'éloquence.

Examen de quelques endroits du Mémoire de M. de Mairan, contre les forces vives.

Comme cet ouvrage me paroît être ce que l'on a fait de plus ingénieux contre les forces vives, je m'arrêterai à vous en rappeller ici quelques endroits, & à les réfuter.

M. de Mairan dit, n°. 38. & 40. de ſon Mémoire: » Qu'il ne faut pas eſtimer la force des » corps par les eſpaces parcourus par le mobile » dans le mouvement retardé, ni par les obſta- » cles ſurmontés, les reſſorts fermés, &c. mais » par les eſpaces non parcourus, par les parties » de matiéres non déplacées, les reſſorts non » fermés, ou non aplatis: or dit-il, ces eſpa- » ces, ces parties de matiére, & ces reſſorts » ſont comme la ſimple vîteſſe. Donc, &c.

Un des exemples qu'il apporte, eſt celui d'un corps qui remonte par la force acquiſe en tombant à la même hauteur d'où il étoit tombé, & qui ſurmonte en remontant les obſtacles de la peſanteur: » Car un corps tombé de la hau- » teur 4. & qui a acquis 2. de vîteſſe en tom- » bant,

» bant, parcoureroit en remontant par un mou-
» vement uniforme, & avec cette vîteſſe 2. un
» eſpace 4. dans la premiere ſeconde ; mais la
» peſanteur qui le retire en en-bas, lui faiſant
» perdre dans cette premiere ſeconde 1. de
» force & 1. de vîteſſe, il ne parcourt que
» 3. dans la premiere ſeconde, de même dans
» la deuxiéme ſeconde où il lui reſte encore 1.
» de vîteſſe & 1. de force, & où il parcoureroit 2.
» par un mouvement uniforme, il ne parcourt
Num. 39. & 44. » qu'un, parce que la peſanteur lui fait encore
» perdre *un*, quelles ſont donc les pertes de ce
» corps, *un*, dans la premiere ſeconde, & *un*
» dans la deuxiéme? ce corps qui avoit 2. de vîteſ-
» ſe, a donc perdu 2. de force, les forces étoient
» donc comme ſes vîteſſes, conclud M. de Mai-
» ran, & non comme le quarré de ſes vîteſſes.

Mais pour ſentir le vice de ce raiſonnement, il ſuffit de conſidérer (comme dans la §. 567.) l'action de la peſanteur comme une ſuite infinie de reſſorts égaux, qui communiquent leur force aux corps en deſcendant, & que le corps referme en remontant ; car alors on verra que les pertes d'un corps qui remonte, ſont comme le nombre des reſſorts fermés, c'eſt-à-dire, comme les eſpaces parcourus, & non pas comme les eſpaces non parcourus.

Dans les obſtacles ſurmontés comme les déplacemens de matiére, les reſſorts fermés, &c. on ne peut réduire, même par voix d'hipothéſe ou de ſuppoſition, le mouvement retardé en uniforme,

uniforme, comme M. de Mairan l'avance dans ſon Mémoire, & quelque eſtime que j'aie pour ce Philoſophe, j'oſe aſſurer que lorſqu'il dit n°. 40. 41. & 42. *qu'un corps, qui par un mouvement retardé, ferme trois reſſorts dans la premiere ſeconde, & 1. dans la deuxiéme, en fermeroit 4. dans cette premiere ſeconde, & 2. dans la deuxiéme par un mouvement uniforme, & une force conſtante*, il dit, je ne crains point de l'avancer, une choſe entiérement impoſſible; car il eſt auſſi impoſſible qu'un corps avec la force néceſſaire pour fermer 4. reſſorts en ferme 6. (quelque ſuppoſition que l'on faſſe) qu'il eſt impoſſible que 2. & 2. faſſent 6. car ſi on ſuppoſe avec M. de Mairan que le corps n'auroit conſumé aucune partie de ſa force pour fermer 4. reſſorts dans la premiere ſeconde d'un mouvement uniforme, je dis que ces 4. reſſorts ne ſeroient point fermés, ou qu'ils le ſeroient par quelqu'autre agent; que ſi on ſuppoſe au contraire, qu'ayant épuiſé une partie de ſa force à fermer ces trois premiers reſſorts dans la premiere ſeconde, & n'ayant plus que la force capable de lui faire fermer un reſſort dans la deuxiéme ſeconde, le corps, reprendroit une partie de ſa force pour en fermer deux dans cette deuxiéme ſeconde par un mouvement uniforme, (car il faut faire l'une ou l'autre de ces ſuppoſitions) on ſuppoſe viſiblement dans le dernier cas, que le corps a renouvellé ſa force, ce qui ſort entiérement de

la

la queſtion ; ainſi, il n'eſt point vrai que la force totale d'un corps ſoit repréſentée, par ce qu'elle eût fait, ſi elle ne ſe fût point conſumée ; car elle ne pouvoit jamais faire un effet plus grand que celui qui l'a détruite, & elle ne contenoit en puiſſance que ce qu'elle a déployé dans l'effet produit : ainſi ce raiſonnement très-ſubtile, & qui pourroit d'abord ſéduire, ne porte que ſur ce faux principe, que la quantité de mouvement & la quantité de la force ſont une même choſe, & que la force peut être ſuppoſée uniforme comme le mouvement, quoiqu'elle ait ſurmonté une partie des obſtacles qui doivent la conſumer : mais c'eſt ce qui eſt entiérement faux, & ce qui ne peut être admis, même par ſuppoſition ; car ſuppoſer en même tems qu'une force reſte la même, & que cependant elle a produit une partie des effets qui doivent la conſumer, c'eſt ſuppoſer en même tems les contradictoires : ainſi, la meſure de la force des corps dans les mouvemens retardés, *n'eſt point les parties de matiére non déplacées, les reſſorts non tendus, les eſpaces non parcourus en remontant* ; mais, *les eſpaces parcourus en remontant, les parties de matiére déplacées, & les reſſorts tendus.*

M. de Mairan dit encore n°. 33. que, » de » même qu'une force n'eſt pas infinie, parce » que le mouvement uniforme qu'elle produi- » roit dans un eſpace non réſiſtant, ne ceſſeroit » jamais, il ne s'enſuit pas non plus à la rigueur, » que

» que la force motrice de ce même corps en » soit plus grande, parce qu'elle dure plus long- » tems. Mais on voit aisément que dans le mouvement uniforme supposé éternel, il n'y a nulle destruction de force, au lieu que lorsque la force motrice pendant un tems double a dérangé des obstacles quadruples, il y a eû une dépense réelle de force, laquelle n'a pû se faire sans un fond de force quadruple, & qu'ainsi, ces deux cas ne peuvent se comparer.

Je me flatte que M. de Mairan regardera les remarques que je viens de faire sur son Mémoire, comme une preuve du cas que je fais de cet ouvrage; j'avoue qu'il a dit tout ce que l'on pouvoit dire en faveur d'une mauvaise cause: ainsi, plus ces raisonnemens sont séduisans, plus je me suis crû obligé de vous faire sentir qu'ils ne portent aucune atteinte à la doctrine des forces vives.

Raisonnement très-sensible qui prouve les forces vives.

§. 575. Cette doctrine peut être confirmée par un raisonnement fort simple, & que tout le monde fait naturellement quand l'occasion s'en présente: que deux voyageurs marchent également vîte, & que l'un marche pendant une heure, & fasse une lieue, & l'autre deux lieues pendant deux heures, tout le monde convient que le second a fait le double du chemin du premier, & que la force qu'il a employé à faire deux lieues, est double de celle que le premier a employé pour faire une lieue: or, supposant

maintenant qu'un troiſiéme voyageur faſſe ces deux lieues en une heure, c'eſt-à-dire, qu'il marche avec une vîteſſe double, il eſt encore évident que le troiſiéme voyageur, qui fait deux lieues dans une heure, employe deux fois autant de force que celui qui fait ces deux lieues en deux heures : car on ſçait que plus un courier doit marcher vîte, & faire le même chemin en moins de tems, plus il lui faut de force, ce que tout courier ſent ſi bien qu'il n'y en a point qui ne veuille être d'autant mieux payé, qu'il va plus vîte ; or puiſque le troiſiéme voyageur employe deux fois plus de force que le ſecond, & que le ſecond en employe deux fois plus que le premier, il eſt évident que le voyageur qui marche avec une double vîteſſe pendant le même tems, employe quatre fois plus ; & que par conſéquent les forces que ces voyageurs auront dépenſées, ſeront comme le quarré de leurs vîteſſes.

§. 576. Les ennemis des forces vives trouvent le moyen d'éluder la plûpart des expériences qui les prouvent, parce qu'ils ne peuvent les nier ; ils rejettent, par exemple, toutes celles que l'on fait ſur les enfoncemens des corps dans des matiéres molles, & il eſt vrai qu'il ſe mêle toujours inévitablement dans ces expériences, & dans les exemples que l'on tire des créatures animales, des circonſtances étrangéres qui éternîſent les diſputes.

§. 577. Mais M. Herman rapporte un cas qui ne laisse lieu à aucun subterfuge, & dans lequel on ne peut disputer que la force du corps n'ait été quadruple en vertu d'une double vîtesse; ce cas est celui dans lequel une boule A. qui a *un* de masse, par exemple, & *deux* de vîtesse, frappe successivement sur un plan horisontal, supposé parfaitement poli, une boule B. en repos, qui a 3. de masse, & une boule C. qui a 1. de masse; car ce corps A. donnera un degré de vîtesse à la boule B. dont la masse est 3. & il donnera le degré de vîtesse qui lui reste à la boule C. qu'il rencontre ensuite, & dont la masse est *un*, c'est-à-dire, égale à la sienne, & ce corps A. ayant alors perdu toute sa vîtesse restera en repos.

Académie de petersbourg, Tome premier.

Expérience décisive de M. Herman en faveur des forces vives.

Fig. 75.

Or, éxaminons quelle est la force des corps B. & C. ausquels le corps A. a communiqué toute sa force, & toute sa vîtesse, certainement la masse du corps B. étant 3. & sa vîtesse *un*, sa force sera *trois* de l'aveu même de ceux qui refusent d'admettre les forces vives, le corps C. dont la vîtesse est *un*, & la masse *un*, aura aussi *un* de force: donc le corps A. aura communiqué la force *trois* au corps B. & la force *un* au corps C.: donc le corps A. avec 2. de vîtesses a donné 4. de force: donc il avoit cette force; car s'il ne l'avoit pas eû, il n'auroit pû la donner: donc la force du corps A. qui avoit 2. de vîtesse & *un* de masse, étoit 4. c'est-à-

Fig. 75.

dire, comme le quarré de cette vîteſſe multiplié par ſa maſſe.

§. 578. Il y a un rapport admirable entre la façon dont le corps A. perd ſa force par le choc dans cette expérience, & celle dont un corps, qui remonte par la force acquiſe en deſcendant, perd la ſienne par les coups redoublés de la gravité; car un corps qui avec la vîteſſe 2. remontera à la hauteur 4. perd *un* de vîteſſe, quand il a remonté à la hauteur *trois*, de même que la boule A. perd *un* de vîteſſe, en mettant en mouvement la boule B. dont la maſſe eſt *trois*; & le corps qui remonte, perd le deuxiéme degré de vîteſſe qui lui reſte, en remontant de la hauteur 3. à la hauteur 4. c'eſt-à-dire, en parcourant un eſpace ſous-triple du premier, de même que le corps A. perd le degré de vîteſſe, qui lui reſte, en frappant le corps C. ſous-triple du corps B. Ainſi, la même choſe arrive, ſoit que la force des corps leur ſoit communiquée par l'impulſion, ſoit qu'elle ſoit l'effet de leur gravité. *Fig. 75.*

§. 579. Quoique dans cette expérience de M. Herman, un corps avec deux de vîteſſe ait communiqué 4. degrés de force à des corps égaux à lui qui peuvent exercer cette force, & la communiquer à d'autres corps, ce qui ne laiſſe aucun lieu aux prétextes que l'on allégue contre la plûpart des autres expériences qui prouvent les forces vives, cependant la difficulté

Cependant la difficulté du tems reſte toujours dans cette expérience.

ficulté du tems (si c'en est une) reste toujours dans cette expérience, puisque la boule A. n'a communiqué sa force aux boules B. & C. que successivement, aussi tous les adversaires des forces vives, & M. Papin qui les combattit contre M. de Leibnits leur inventeur, & M. Jurin qui s'est déclaré en dernier lieu contre cette opinion, ont-ils toujours défié M. de Leibnits, & les partisans des forces vives de leur faire voir un cas dans lequel une vîtesse double produisit un effet quadruple dans le même temps, dans lequel une vîtesse simple produit un effet simple, jusques là même qu'ils ont tous promis d'admettre les forces vives, si on pouvoit leur trouver un tel cas dans la nature: voici comme s'exprime M. Jurin. *Id si facere dignati fuerint me ipsis discipulum, parum id quidem est, at multos ægregios viros ausim promittere.**

§. 580. Comme les loix du mouvement ne permettent pas, lorsqu'un corps en choque un seul autre, de transporter toute la force de ce corps dans un autre de masse quadruple par un seul coup, M. de Leibnits pour satisfaire à cet espéce de défi eut recours au levier, par le moyen duquel il vint à bout de transporter

* Et s'ils peuvent trouver un tel effet dans la nature, je leur promets, non seulement d'être leur disciple, ce qui seroit peu de chose; mais de leur en procurer de beaucoup plus dignes que moi.

par un seul coup toute la force d'un corps dans un autre de masse quadruple, auquel il communiquoit la moitié de sa vîtesse, mais la considération du levier donna encore lieu à des exceptions qui rendirent cette expérience de M. de Leibnits infructueuse pour la conversion de ses adversaires : ainsi, l'objection tirée de la considération du tems subsistoit toujours.

Expérience qui détruit entierement l'objection tirée du tems

§. 581. Mais on a renversé entierement cette objection en trouvant le cas que les adversaires des forces vives croyoient introuvable, ce cas est celui dans lequel un corps A. suspendu librement dans l'air, & dont la vîtesse est *deux*, & la masse supposée *un*, choque en même tems sous un angle de 60. degrés, *deux* corps B. & B. dont la masse de chacun est *deux*; car dans ce cas le corps choquant A. demeure en repos après le choc, & les corps B. & B. partagent entr'eux sa vîtesse, & se meuvent chacun avec un degré de vîtesse : or ces corps B. & B. dont la masse est *deux*, & qui ont reçu chacun un degré de vîtesse ont chacun *deux* de force, quelque parti que l'on prenne; donc le corps A. avec une vîtesse 2. a communiqué une force 4. dans un seul & même tems, ce qui est précisément le cas exigé par les adversaires des forces vives; ainsi, cette expérience fait tomber entierement l'objection tirée de la considération du tems, dont les ennemis des forces vives ont fait jusqu'à présent tant de bruit.

Fig. 76.

Fig. 76.

§. 582.

§. 582. De plus, la force est toujours la même, soit qu'elle ait été communiquée dans un petit tems ou dans un grand tems; le tems dans lequel les ressorts communiquent leur force, par exemple, dépend des circonstances dans lesquelles ils se déploient; car il y a des circonstances dans lesquelles la force d'un ressort peut se transmettre dans un même corps plus vîte que dans d'autres circonstances, cependant la force que ce ressort lui communique, est toujours la même: ainsi, quatre ressorts égaux communiqueront la même force au même corps, soit qu'ils la lui communiquent en une, en deux, ou en trois minutes, comme dans les Fig. 77. 78. & 79. & ce tems pourroit être varié à l'infini, selon qu'on laisseroit à ces ressorts plus ou moins de liberté d'agir, quoique la force communiquée fût toujours la même; ainsi, le tems n'a rien à faire dans la communication du mouvement.

Autre preuve tirée du tems dans lequel les ressorts communiquent leur force.

Fig. 77. 78. & 79.

§. 583. On fait encore une objection contre les forces vives, qui paroît d'abord assez forte; elle est tirée de la considération de ce qui arrive à 2. corps qui se choquent avec des vîtesses qui sont en raison inverse de leur masse, car si ces corps sont sans ressorts sensibles, ils resteront en repos après le choc; or il sembleroit d'abord que le corps, qui a le plus de vîtesse ayant plus de force dans la doctrine des

Autre objection contre les forces vives.

forces vives, devroit pouſſer l'autre corps devant lui.

Reponſe. Mais pour entendre comment deux corps avec des forces inégales peuvent cependant reſter en repos après le choc, conſidérons un reſſort R. qui ſe détend en même tems des deux côtés, & qui pouſſe de part & d'autre des corps de maſſe inégale, l'inertie de ces corps étant le ſeul obſtacle, qu'ils oppoſent à la détence du reſſort, & cette inertie étant proportionnelle à leur maſſe, les vîteſſes que le reſſort communiquera à ces corps, ſeront en raiſon inverſe de leur maſſe; & par conſéquent ils auront des quantités égales de mouvement, mais leurs forces ne ſeront pas égales, comme M. Jurin & quelques autres voudroient l'inferer, ces forces ſeront entr'elles comme la longueur CB. & la longueur CA. c'eſt-à-dire, comme le nombre des reſſorts qui ont agi ſur eux; ainſi, leurs forces ſeront inégales, & ſe trouveront entre elles, comme le quarré de la vîteſſe de ces corps multiplié par leur maſſe.

Fig. 80.

Mac-Laurin Piéces des Prix de l'Académie.

Bernoulli Piéces des Prix, Diſc. ſur le Mouvement.

Or, lorſque le reſſort R. s'eſt détendu juſqu'à un certain point, ſi ces corps retournoient vers lui avec les vîteſſes qu'il leur a communiquées en ſe détendant, on voit aiſément que chacun de ces corps auroit préciſément la force néceſſaire, pour remettre les parties du reſſort qui ont agi contre lui dans leur premier état de compreſſion, & qu'ils employeroient à fermer ce reſſort des forces inégales, puiſqu'en

ſe

se détendant il leur avoit communiqué des forces inégales, qu'ils ont consumées à le fermer, & si le ressort étoit arrêté dans son état de compression, lorsque ces corps viennent de le refermer, les deux corps, dont toute la force a été employée à le fermer, resteroient alors en repos.

Or, quand deux corps qui ne sont point élastiques, se rencontrent avec des vîtesses qui sont en raison inverse de leurs masses, ils font l'un sur l'autre le même effet que l'on vient de voir, que le corps A. & le corps B. auroient fait sur les parties du ressort R. pour le fermer, & il est aisé de voir par cet exemple comment les corps peuvent consumer des forces inégales dans l'enfoncement de leurs parties, & rester en repos après le choc. *Fig.* 80.

§. 584. M. de s'Gravesande a imaginé une expérience qui confirme merveilleusement cette théorie; il affermit dans la Machine de Mariotte une boule de terre glaise, & la fit choquer successivement par une boule de cuivre, dont la masse étoit trois & la vîtesse *un*, & par une autre boule de même métal dont la vîtesse étoit 3. & la masse *un*, & il arriva que l'enfoncement fait par la boule *un*, dont la vîtesse étoit *trois*, fut toujours beaucoup plus grand que celui que faisoit la boule 3. avec la vîtesse *un*, ce qui marque l'inégalité des forces; mais quand ces deux boules avec les mêmes vîtesses Expérience qui confirme cette reponse.

que

que ci devant choquoient en même tems, la boule de terre glaise suspendue librement à un fil, alors la boule de terre glaise n'étoit point ébranlée, & les deux boules de cuivre restoient en repos & également enfoncées dans la terre glaise; & ces enfoncemens égaux ayant été mesurés, ils se trouverent plus grands que l'enfoncement que la boule *trois* avec la vîtesse *un* avoit fait, lorsqu'elle avoit frappé seule la boule de terre glaise affermie, & moindre que celui qui y avoit été fait par la boule 1. avec la vîtesse 3. car la boule 3. avoit employé sa force à enfoncer la terre glaise, & son enfoncement avoit été augmenté par l'effort de la boule 1. qui a pressé la boule de terre glaise contre la boule 3. ce qui a diminué l'enfoncement de cette boule *un*; ainsi, les corps mous qui se rencontrent avec des vîtesses en raison inverse de leurs masses, restent en repos après le choc, parce qu'ils employent leurs forces à enfoncer mutuellement leurs parties; car ce n'est pas un simple repos qui joint ces parties, mais une véritable force, & pour aplatir un corps & enfoncer ses parties, il faut surmonter cette force qu'on appelle *cohérence*, & il ne se consume dans le choc que la force qui est employée à enfoncer ces parties.

Raisonnement de M. Jurin contre les forces vives.

§. 585. Le raisonnement le plus spécieux que l'on ait fait contre les forces vives, est celui de M. Jurin rapporté dans les *Transactions Philosophiques*. Il

Il suppose un corps placé sur un plan mobile, que l'on fait mouvoir en ligne droite avec la vîtesse *un*, par exemple, il est sur qu'un corps posé sur ce plan, & dont on suppose que la masse est *un*, acquiert la vîtesse *un*, & par conséquent la force *un* par le mouvement du plan.

Il suppose ensuite, qu'un ressort capable de donner à ce même corps la vîtesse *un*, soit assujetti sur ce plan, & vienne à se détendre & à pousser ce corps dans la même direction dans laquelle il se meut déja avec le plan, ce ressort en se détendant communiquera un dégré de vîtesse à ce corps; & par conséquent un degré de force: or dit M. Jurin, quelle sera la force totale de ce corps? elle sera *deux*, mais sa vîtesse sera aussi *deux*, donc la force de ce corps sera comme sa simple vîtesse multipliée par sa masse, & non comme le quarré de cette vîtesse.

Fig. 81.

En quoi consiste le vice de ce raisonnement.

Voici en quoi consiste le vice de ce raisonnement: supposons pour plus de facilité, au lieu du plan mobile de M. Jurin un bateau, AB. qui avance sur une riviere dans la direction BC. & avec la vîtesse *un*, & le corps P. transporté avec le bateau; ce corps acquert la même vîtesse que le bateau: ainsi, sa vîtesse est *un*. Si l'on attache dans ce bateau un ressort capable de donner à ce corps P. un degré de vîtesse, ce ressort, qui communiquoit au corps P. hors du bateau la vîtesse *un*, ne la lui communiquera

plus

plus, lorſqu'il ſera tranſporté dans le bateau ; car l'appui contre lequel le reſſort s'appuye dans le bateau, n'étant pas un appui inébranlable, & le bateau cédant à l'effort, que le reſſort fait vers A. ce reſſort ſe détend en même tems des deux côtés, & il faut alors avoir égard à la réaction ; ainſi, ce reſſort ne communiquera pas au corps P. la vîteſſe *un* dans le bateau, mais il lui communiquera cette vîteſſe moins quelque choſe, & cette différence ſera plus ou moins grande, ſelon la proportion qui ſe trouvera entre la maſſe du bateau AB. & celle du corps P. & la même quantité de force vive, qui étoit dans le bateau AB. dans le reſſort R. & dans le corps P. avant que le reſſort R. ſe fût détendu, ſe retrouvera après ſa détente dans le bateau & dans le corps pris enſemble. Ainſi, ce cas que M. Jurin défie tous les Philoſophes de concilier avec la doctrine des forces vives, n'eſt fondé que ſur cette fauſſe ſuppoſition que le reſſort R. communiquera au corps P. tranſporté ſur un plan mobile ou dans un bateau, la même force qu'il lui communiqueroit, ſi le reſſort étoit appuyé contre un obſtacle inébranlable & en repos, mais c'eſt ce qui n'eſt point, & ce qui ne peut point être, que dans le ſeul cas où la maſſe du vaiſſeau ſeroit infinie par rapport à celle du corps.

Fig. 81.

M. Newton faiſoit la force des corps pro-

§. 586. Quoique l'autorité ne doive point être comptée lorſqu'il s'agit de la vérité, cependant je me crois obligé de vous dire que M.

M. Newton n'admettoit point les forces vives, car le nom de M. Newton vaut presque une objection : ce Philosophe examine dans la derniére Question de son Optique le mouvement d'un bâton infléxible AB. aux deux bouts duquel on a attaché les corps A. & B. & il suppose que que le centre de gravité de ce bâton AB. qu'il ne considére que comme une ligne, se meuve le long de la droite C D. tandis que les corps A. & B. tournent sans cesse autour de ce centre, il arrive que lorsque la ligne AB. est perpendiculaire à CD. (comme dans la Figure 82.) la vîtesse du corps A. est nulle, & celle du corps B. est *deux* ; ainsi, le mouvement de ces corps est alors *deux* : mais quand cette ligne AB. est coïncidente ou presque coïncidente avec la ligne C D. (comme dans la Figure 83.) alors la somme des mouvemens des corps A. & B. devient 4. M. Newton conclut de cette considération, & de celle de l'inertie de la matiére que le mouvement va sans cesse en diminuant dans l'Univers ; & qu'enfin notre Systême aura besoin quelque jour d'être reformé par son Auteur, & cette conclusion étoit une suite néceſſaire de l'inertie de la matiére, & de l'opinion dans laquelle étoit M. Newton, que la quantité de la force étoit égale à la quantité du mouvement ; mais quand on prend pour force le produit de la masse par le quarré de la vîtesse, il est aisé de prouver que la force vive demeure toujours la même, quoique la quantité

portionnelle à leur quantité de mouvement.

Fig. 82.

Fig. 82.

Fig. 82. *&* 83.

Phenoméne inexplicable sans la doctrine des forces vives, & qui a fait conclure à M. Newton que la force étoit variable dans l'Univers.

Fig. 82. *&* 83.

quantité du mouvement varie peut être à chaque instant dans l'Univers, & que dans tous les cas, & spécialement dans celui que je viens de citer d'après M. Newton, la force vive demeure inébranlable, quelque soit la position de la ligne AB. par rapport à la ligne CD. que parcourt son centre de gravité. Ainsi les miracles continuels qui résultent de la position de cette ligne AB. n'ont plus lieu dans la doctrine des forces vives.

§. 587. La force des corps en mouvement étant proportionnelle à leur masse & au quarré de leurs viteſſes, il s'enſuit qu'en augmentant également la viteſſe & la maſſe d'un corps, on augmente ſa force inégalement.

Différence de nos Machines de guerre & de celles des Anciens.

Les Anciens avoient fait des machines pour rompre les murs dont la maſſe étoit immenſe, & qui avec une très-petite vîteſſe faiſoient un très-grand effet: nous nous ſervons d'une induſtrie toute contraire dans les nôtres; car la poudre fait un très-grand effet en augmentant la vîteſſe d'une très-petite maſſe; & une des raiſons de la ſupériorité de nos Machines ſur celles des Anciens, c'eſt que la force des corps augmentant en raiſon du quarré de la vîteſſe, & ſeulement en raiſon directe de la maſſe, cette ſorte d'augmentation fait un bien plus grand effet.

§. 588. On a vû dans ce Chapitre que toutes les

les expériences concourent à prouver les forces vives, mais la Méthaphyſique parle preſque auſſi fortement que la Phyſique en leur faveur.

Deſcartes en donnant des Loix du mouvement fauſſes, s'étoit égaré en ſuivant un beau principe, celui de la conſervation d'une égale quantité de force dans l'Univers; ce grand Philoſophe penſoit que le *ſemel juſſit, ſemper paret*, * de Seneque, étoit plus convenable à la Puiſſance & à la Sageſſe du Créateur, que d'être obligé de renouveller ſans ceſſe le mouvement qu'il avoit une fois imprimé à ſon Ouvrage comme le penſoit M. Newton.

Pourquoi Deſcartes à donné des Loix de mouvement fauſſes.

Cette idée ſi belle, ſi vrai-ſemblable, ſi digne de la grandeur de la Sageſſe de l'Auteur de la Nature, ne peut cependant ſe ſoutenir, quand on fait la force des corps égale à leur quantité de mouvement: car, indépendamment du cas que j'ai rapporté d'après M. Newton à la §. 586. & dans lequel il ſe fait une production & un anéantiſſement continuel de mouvement par le ſeul changement de poſition; Meſſieurs Hughens, Wren & autres ont démontré, que l'on peut augmenter ou diminuer le mouvement à l'infini dans le choc des corps, en plaçant les corps, qui ſe choquent d'une cer-

* Il a commandé une fois, & il obéit toujours à ce qu'il a ordonné.

taine

taine maniére, & en leur donnant de certaines masses.

Mais M. de Leibnits par sa nouvelle estimation des forces, a accordé la raison Métaphisique trouvée par Descartes & qu'il n'appliquoit pas bien & les effets Physiques découverts en partie depuis Descartes; car en distinguant, comme a fait M. de Leibnits, la quantité du mouvement & la quantité de la force des corps en mouvement, & en faisant cette force proportionnelle au produit de la masse par le quarré de la vîtesse, on trouve que quoique le mouvement varie à chaque instant dans l'Univers, la même quantité de force vive s'y conserve cependant toujours; car la force ne se détruit point sans un effet qui la détruise, & cet effet ne peut être que le même degré de force communiqué à un autre corps, puisque celui qui prend, ôte toujours à celui à qui il prend, autant de force qu'il en retient pour lui; ainsi, la production du moindre degré de force dans un corps, emporte nécessairement la perte d'un égal degré de force dans un autre corps & réciproquement: ainsi, la force ne sçauroit périr en tout, ni en partie, qu'elle ne se retrouve dans l'effet qu'elle a produit, & l'on peut tirer de-là toutes les Loix du mouvement.

L'égale conservation des forces vi-

Or, cette conservation des forces seroit une raison Métaphysique très-forte, toutes choses d'ailleurs égales, pour déterminer & estimer

la

la force des corps en mouvement par le quarré de leurs vîteſſes ; car ce n'eſt pas le produit de la maſſe par la vîteſſe qui ſe trouve, quand on pourſuit la force dans ſes effets, mais le produit de la maſſe par le quarré de la vîteſſe ; or, que le mouvement périſſe & renaiſſe, il n'y a rien là de contraire aux bons principes ; pourvû que la force qui le produit, reſte la même ; car vous avez vû au Chapitre 8. que la vîteſſe eſt un mode de la force motrice : or quand la vîteſſe devient plus ou moins grande, il n'y a rien de ſubſtantiel créé, ou annihilé, la force motrice qui étoit dans les corps, eſt ſeulement modifiée par la variation de la vîteſſe, & cette force elle-même, qui eſt quelque choſe de réel, & qui dure comme la matiére, ne ſçauroit être détruite, ni produite de nouveau ; car il eſt aiſé de faire voir géometriquement que dans tout ce qui ſe paſſe entre des corps à reſſort de quelque maniére qu'ils ſe choquent, la même quantité de force ſe conſerve inaltérable, ſi l'on prend pour force le produit du quarré de la vîteſſe par la maſſe, mais ſi les forces des corps en mouvement n'euſſent pas été dans cette raiſon, la même quantité des forces vives, qui ſont la ſource du mouvement dans l'Univers, ne ſe ſeroit pas conſervée.

vés eſt une raiſon très-forte en leur faveur

§. 589. Il eſt vrai qu'il n'y a que dans les corps à reſſort, dans leſquels la force des corps

De l'emploi de la force dans

Le choc des corps a reſſort.

en mouvement puiſſe ſe pourſuivre & ſe calculer toute entiére, parce qu'après le choc ces corps ſe reſtituent dans le même état où ils étoient auparavant, & l'on peut trouver l'emploi de leurs forces dans d'autres corps qu'ils ont mis en mouvement, ou dont ils ont augmenté le mouvement ſans altérer leur figure.

Et dans le choc des corps qui n'ont point de reſſort.

§. 590. Quant à ce qui ſe paſſe entre des corps incapables de reſtitution, c'eſt là un de ces cas où il n'eſt pas aiſé de ſuivre la force vive, parce qu'elle a été conſumée à déplacer les parties des corps, à ſurmonter leur cohérence, à rompre leur contexture, à tendre peut être des reſſorts qui ſont entre leurs parties, & que ſçait-on à quoi? Mais ce qui eſt de bien certain c'eſt que la force ne périt point, elle peut à la vérité paroître perdue, mais on la retrouveroit toujours dans les effets qu'elle a produits, ſi l'on pouvoit toujours appercevoir ces effets.

Figures des chapitres 20 et 21.

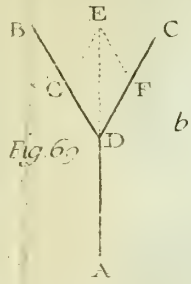


Fig. 69

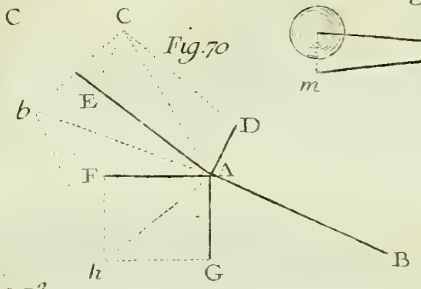


Fig. 70

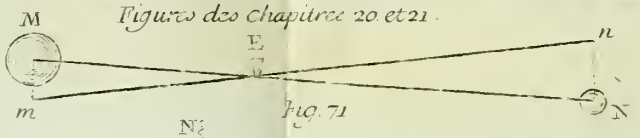


Fig. 71

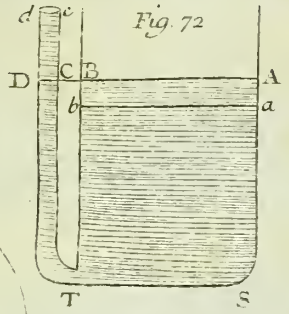


Fig. 72

Fig. 73

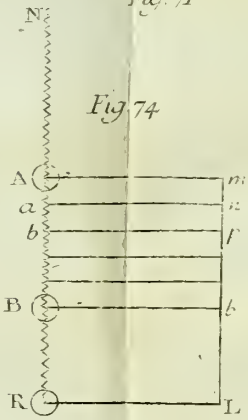


Fig. 74

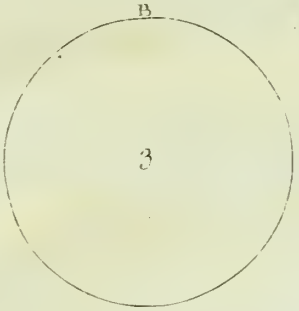


Fig. 75.

Fig. 77

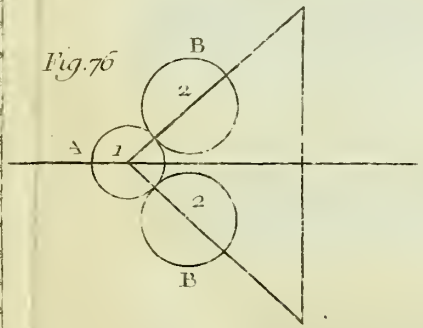


Fig. 76

Fig. 78

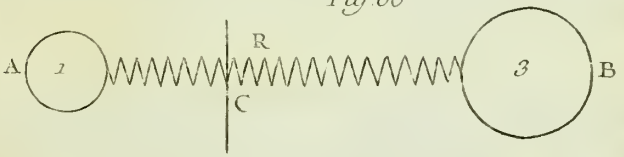


Fig. 80

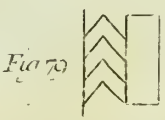


Fig. 79

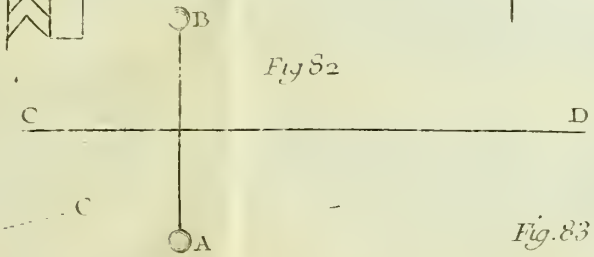


Fig. 82

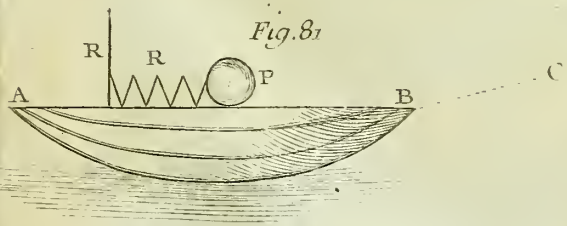


Fig. 81

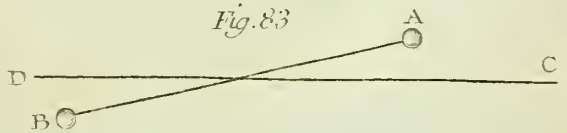


Fig. 83

TABLE
DES MATIERES
Contenuës en cet Ouvrage.

A

ABSTRACTIONS. Utilité des Abſtractions; Page 105.

Action & reaction. De leur égalité. 233, Il ne peut y avoir d'action ſans reſiſtance, 233. Objection contre l'égalité de l'action & de la réaction, 234. Réponſe, 234. C'eſt l'égalité de l'action & de la réaction qui fait aller un Navire par des rames, 236.

Ame. Notre ame a des repreſentations obſcures de tout ce qui arrive dans l'Univers, 143

Analogies de Kepler. (Explication des deux,) 292. Démonſtrations que M. Neuton a tirées des Loix de Kepler, 292. Toutes les Planetes obſervent les Loix de Kepler dans leurs cours, 293

Atômes, ne peuvent être les Etres ſimples, dont la matiere eſt compoſée, 133. Le principe de la raiſon ſuffiſante, montre que les Atômes ſont in-admiſſibles, 131

Attraction. Diſcuſſion ſur l'Attraction, 7. Ce que les Neutoniens entendent par Attraction. 315. Comment l'Attraction opére la chûte des Corps & les Phénomenes Aſtronomiques, quand on l'a une fois admiſe, 317. L'Attraction produit auſſi, ſuivant le Neutoniens les effets chimiques, la cohéſion des

corps, &c. 320. Maisalors elle décroit dans une plus grande raiſon que celle des quarrés, 320. C'eſt cette Attraction qui éleve l'Eau dans les Tubes Capillaires, 322. *Et ſuivantes.* Les effets de la Lumiere dépendent auſſi de l'Attraction, ſelon les Neutoniens, 323. Uſage que Meſſieurs Freind & Keill ont fait de ce principe d'Attraction, 325. Idée de M. de Maupertuis, ſur la Loi qui fait l'Attraction dans notre ſyſtéme planetaire, 326. Phénomene ſingulier, qui reſulteroit de l'Attraction en raiſon inverſe du quarré des diſtances, dans une Sphére concave, 327. Le principe de la raiſon ſuffiſante fait voir que l'Attraction n'eſt qu'un Phénomene, 328. L'Attraction ne peut être une proprieté inherente, ni donnée de Dieu à la Matiere, 330 C'eſt ce qui découle neceſſairement de la Doctrine des Eſſences, 332. Expérience faite au Perou par Monſieur Bouguer, ſur le fil à Plomb, 333. *& ſuiv.* Il faut chercher la cauſe méchanique qui opére les Phénomenes, qu'on attribuë à l'Attraction, 334. Précaution néceſſaire pour admettre l'Attraction Neutonienne, 177

Attributs. (Les) ſont incommunicables, 65. Les attributs ou proprietés découlent de l'Eſſence, 59. Difference entre déterminations eſſentielles & attributs, 60

C

CICLOIDE. Ses proprietés, 364. Comment la Cicloïde ſe Décrit, 363. La Cicloïde eſt la ligne de la plus vîte Deſcente, 368. Cette proprieté de la Cicloïde, ſemble d'abord un paradoxe 369. Solution du problême de la Cicloïde, par la Dioptrique, donnée par Jean Bernoulli, 370.

Coheſion. (La) vient des mouvemens conſpirans, 188

Connoissances. Sur quoi nos connoissances sont fondées, 15.

Continu (Ce que l'on appelle,) 101

Continuité. (De la Loi de,) 30. Exemples de cette Loi dans la Géometrie, 31. Ce principe sert à démontrer les Loix du mouvement, 34. Ce principe de la Continuité, prouve qu'il n'y a point de corps durs dans l'Univers, 34. Mépriſe de Deſcartes, pour n'avoir pas fait attention à cette Loi, 36.

Contradiction (Du principe de,) 18. Il eſt le fondement de toute certitude, 18.

Corps. Quatre attributs principaux des corps, 153. Deſcartes & le Pere Mallebranche faiſoient conſiſter l'eſſence du corps dans l'étenduë, 153. Et ils otoient toute activité aux créatures, 154. Mais cette opinion ſe trouve fauſſe, lorſqu'on admet le principe d'une raiſon ſuffiſante, 155. Il faut ajouter à l'étenduë, la force active & paſſive, pour avoir une idée juſte de l'eſſence du corps, 155. Tout ce qui arrive dans les corps, peut ſe déduire de l'étenduë & de la force active & paſſive, 159. Et c'eſt dans ces trois principes que conſiſte leur eſſence, 160. Ces trois principes ne dépendent point l'un de l'autre, 161. De la Poroſité des corps, 205. Experience qui la prouve, 205. En quel ſens on peut dire qu'un corps eſt plus ou moins ſolide qu'un autre, 207. Les corps ſuivent les mêmes Loix dans leur chute, par un plan incliné, que dans leur chute perpendiculaire, 144. Mais les eſpaces qu'ils parcourent, & les viteſſes qu'ils acquierent, ne ſont pas égales en tems égal, 144. Erreur d'Ariſtote ſur la viteſſe des corps qui tombent, 257. Galilée combatit cette erreur, 257. Experience qui fit penſer à Galilée que tous les corps tomberoient en même tems, ſans la reſiſtance du milieu, 258. Lucrece avoit deviné cette verité, 258. Expérience qui fit ſoupçonner à Galilée

que les corps avoient en tombant un mouvement acceleré vers la terre, 258. *& suivantes.* Demonstrations qui naissent de cette supposition, 260. Expérience que fit Galilée, & dans laquelle il trouva que les corps, en tombant vers la Terre par leur seule pesanteur, parcourent des espaces qui sont entre eux, comme les quarrés des tems, 264. *& suiv.* Expérience de Riccioli & de Grimaldo, qui confirme celle de Galilée, 265. *& suiv.* Les oscillations des Pendules, confirment cette découverte, 266. La verité de cette découverte de Galilée, est unanimement reconnuë, 266. Machine du P. Sebastien, qui démontre aux yeux cette découverte de Galilée, 267. Vérités qui naissent de la découverte de Galilée, 267. Les corps commencent à tomber avec une viteſſe infiniment petite, 268. Les corps en tombant d'une hauteur quelconque, acquierent la force nécessaire pour remonter à la même hauteur, 270. Quel est l'espace que les corps parcourent ici bas en tombant dans la premiere seconde, 279. L'air retarde la chute de tous les corps, 280. Expérience du Docteur Desaguliers, sur la chute des corps dans l'air, 281. Expérience de M. Mariotte, sur la même matiére, 282. Les corps en tombant dans l'air, n'accelerent pas sans ceſſe leur mouvement, 284. Expérience de M. Frenicle, qui le prouve, 284. *& suiv.* Mépriſe de M. Frenicle sur le tems de la chute des differens corps, 285. Les corps tombent perpendiculairement à la surface de la terre, 286. Et tendent par conſequent à son centre, 287. Comment Descartes expliquoit la chute des corps vers la Terre, 289. Cette explication est sujette à de grandes difficultés, 289. De quelle façon M. Huguens a remedié aux deux principales, 290 Les corps suivent dans les courbes les mêmes loix, que dans les plans inclinés, 352.

Courbe. (Une) peut être consideréе comme une

infinité de Plans inclinés contigus, 351. Les corps céleſtes échaperoient tous par la tangente, ſi quelque force ne les en retiroit, 291.

D

DECISIONS précipitées (précaution contre les,) 195

Deſcartes. Combien nous lui avons d'obligation, 5. Pourquoi Deſcartes a donné des Loix de mouvement fauſſes, 447

Dieu. Ses attributs, 41. Il eſt éternel, 41. Immuable, 41. Simple, 41. Le monde ni notre ame ne peuvent être l'Etre néceſſaire, 42. L'Etre néceſſaire, c'eſt-à-dire, Dieu doit être unique, 43. Dieu eſt un être intelligent, 44. Et ſon intelligence eſt infiniment au deſſus de la notre, 45. Il eſt libre, 46. Infiniment ſage, 46. Infiniment bon, 52. Infiniment puiſſant, 52. Son entendement eſt le principe de la poſſibilité, & ſa volonté la ſource de l'actualité des choſes, 53. Dieu n'eſt point dans le tems, & toute ſucceſſion eſt immuable pour lui, l'actualité des choſes dépend de la volonté de Dieu, 69.

Direction. Par quelles cauſes un corps qui tombe vers la Terre; change ſa direction, 335.

Dureté. (Définition de la) & de la Moleſſe, 212.

E

ELASTICITE' (De l') des corps. 239.

Equilibre. Pourquoi 2. livres, & 10. livres paroiſſent en équilibre, 407.

Eſſence. Ce que c'eſt qu'Eſſence, & en quoi elle conſiſte, 57. Les Eſſences ſont néceſſaires, 64. Elles ſont invariables comme les nombres. *Idem.* Elles ne dépendent point de la volonté de Dieu. *Idem.*

Absurdité inséparable de l'opinion qui fait les essences des choses arbitraires, 68.

Espace. Définitions de l'espace très-opposées, 90. La moitié des Philosophes a crû & croit encore l'Espace vuide, & l'autre le croit rempli de matiére, 91. Opinion singuliere de M. *Newton*, sur l'Espace, 93. Dispute de M. de *Leibnits*, & du Docteur *Clarke*, sur l'Espace, *Idem.* Difficultés qui naissent de l'opinion de l'Espace pur, 94. & 95. Comment nous nous formons l'idée de l'Espace, & de ses proprietés, 96. L'Espace est l'ordre des choses qui coëxistent, 100. L'Espace est aux Etres, comme le nombre aux choses nombrées, 107. De l'Espace parcouru, 225.

Etenduë. Toute Etenduë finie a une figure, 200. Comment nous pouvons nous former l'idée de la longueur, de la largeur, & de la profondeur, 180. De la Divisibilité de l'Etenduë, 181. Il faut distinguer avec soin l'Etenduë Géométrique, & l'Etenduë Phisique, *Idem.* Toute Etenduë Géométrique est divisible à l'infini 182. Mais il n'en est pas de même de l'Etenduë Phisique, qui est à la fin composée d'Etres simples, *Idem.* Comment l'Etenduë peut résulter de l'assemblage des Etres simples, 149. Differenee entre la divisibilité & l'extensibilité à l'infini, 184. Il est vraisemblable qu'il y a dans l'Univers des parties étenduës, que la nature ne résout plus en d'autres, 185.

Eternité. Comment nous acquérons l'idée de l'Eternité, 128.

Etre. Définition de ce qu'on appelle un Etre, 56. Les Etres ont des Déterminations variables, & des déterminations constantes. *Idem.* Les Etres simples contiennent la raison suffisante de tout ce qui se trouve dans les Etres composés, 136. Les Etres simples ont un principe d'action, & c'est ce qu'on appelle *Force*, 137. Les Etres simples sont dans

un mouvement continuel, 138. Il n'y a de véritables subſtances, que les Etres ſimples, 139. Tout Etre compoſé n'eſt point une ſubſtance, mais un aggregat de ſubſtances, c'eſt-à-dire, d'Etres ſimples, 148. Pourquoi les Etres ſimples révoltent tant l'imagination, 150. Les Etres ſimples, ſont des Phénoménes, qui réſultent de la confuſion des réalités, *Idem.* Exemple de cette confuſion pris des couleurs, 167. Comment les Phénoménes de l'Etenduë, de la Force active, & de la Force paſſive, peuvent réſulter de la confuſion des Etres ſimples, 169. Il n'y a de véritables ſubſtances que les Etres ſimples, 165.

Expérience. Utilité de l'expérience, 10.

F

FLUIDE, comment un corps devient fluide. 213.

Forces, la Force paſſive eſt néceſſaire pour que le mouvement s'exécute avec raiſon ſuffiſante, 157. Pourquoi la Force active doit nous paroître une ſubſtance, 162. La viteſſe & la direction ſont des modes de la Force motrice, 163. Et non de la matiére, *ibid.* De la Force primitive, & de la Force dérivative, 172. C'eſt par la Force dérivative qu'on peut rendre raiſon de ce qui arrive dans le choc des corps, 163. Il faut plus de force pour accélérer le mouvement que pour l'imprimer, 229. *& ſuiv.* De la Force motrice, 224. de la Force des corps en mouvement, 240. Des différences que les directions des Forces qui pouſſent un corps, apportent dans ſon mouvement, 244. Un corps mû par deux Forces parcourt la diagonale d'un parallelogramme, 246. La Force qui retient la Lune dans ſon orbite, & qui fait tomber les corps décroît comme le quarré de la diſtance au centre de la Terre, 301. Cette Force ſe proportionne aux

masses, 302. Il y a deux sortes de Forces, comment il les faut distinguer, 399. Quelles sont les Forces pressantes en repos, *idem.* Quelles sont les Forces pressantes, qui changent de lieu avec le corps, 400. En quoi consistent les Forces mortes, 402. Quel est leur effet, *idem.* Quand l'obstacle céde, les Forces pressantes ou Forces mortes, deviennent Forces vives, 403. Comment les Forces mortes doivent être estimées, 404. Les corps acquiérent la force successivement comme la vîtesse, 413. Deux façons de considérer la Force des corps, *idem.* De l'Element de la Force morte, 414. De l'Element de la Force vive, 414. La mesure de la Force morte est le produit de la masse par la vîtesse initiale, 415. La mesure de cet Elément de vîtesse est la même que celle de la Force morte, *ibidem. & suiv.* M. de Leibnits est l'inventeur des Forces vives, 419. Il faut distinguer avec soin la Force vive de son Element, 420. Les Forces vives des corps sont comme le quarré des vîtesses, 421. Preuves de cette vérité par la chute des corps, *idem.* Combien cette découverte fut combatue dans les commencemens, 422. Toutes les expériences l'ont confirmé, 423. On refuse d'admettre les Forces vives en convenant des expériences qui les établissent, 428. Objection contre les Forces vives tirée de la considération du Tems, 424. Réponse à cette Objection *idem.* En quelles circonstances le tems est à considérer, 425. Absurdités qui s'ensuivroient de la considération du tems dans l'estimation des Forces, 426. Expérience qui détruit entiérement l'objection tirée du tems, 438. Autre preuve tirée du tems dans lequel les ressorts communiquent leur force, 439. Objection contre les Forces vives, 439. Réponse, 440. Expérience qui confirme cette Réponse, 441. Phénoméne inexpliquable sans la doctrine des Forces vives, & qui a fait conclure à

M. Newton que la Force étoit variable dans l'Univers, 445. De l'emploi de la Force dans le choc des corps à reſſort, 449. *& ſuiv.* Et dans le choc des corps qui n'ont point de reſſort, 450.

G

GEOMETRIE (utilité de la) 3.
Gravité, la gravité eſt ce qui fait peſer les corps, 268. Elle agit également ſur les corps en mouvement, & ſur les corps en repos, *idem.* Du centre de Gravité, 380.

H

HERMAN, Expérience déciſive de M. Herman en faveur des Forces vives, 435.
Hipotheſes. Définition des Hipotheſes, 86. Elles ſont néceſſaires en Phyſique, 9. quand elles peuvent devenir dangereuſes, *idem.* Ce qui les rend probables, 87. Ce qui les infirme, *idem.* Les Hipotheſes ſont un des grands moyens de l'art d'inventer, 88. Les bonnes Hipotheſes ont toujours été faites par les plus grands hommes, 89. Utilité des Hipotheſes, 75. Abus des Hipotheſes par les Diſciples de M. Deſcartes, *idem.* Les Diſciples de M. Newton ſont tombés dans le défaut contraire, *idem.* Comment on fait une Hipotheſe, 76. Les Hipotheſes ſont le fil qui nous a conduit aux plus ſublimes découvertes, *idem.* Sans Hipotheſe on auroit fait peu de découvertes dans l'Aſtronomie, 77. C'eſt à elles que l'on doit le véritable ſyſtême du Monde, *idem.* Elles donnent ſouvent l'idée de faire de nouvelles expériences tres-utiles, 78 C'eſt par le moyen des Hipotheſes que M. Hughens a découvert que Saturne étoit entouré d'un Anneau, 80. La Diviſion n'eſt fondée que ſur des Hipotheſes, 81. Les Hipotheſes ſont non ſeulement très-utiles, mais même

quelquefois très-néceſſaires, *idem*. Comment il faut ſe conduire quand on fait une Hipotheſe, 82. Ecueil à éviter dans les Hipotheſes, 83. Une ſeule expérience contraire, ſuffit pour rejetter une Hipotheſe, 84. Une Hipotheſe peut être vraye dans une de ſes parties & fauſſe dans l'autre, *idem*. Preuves tirées des tourbillons de Deſcartes, 85.

I

IDE'ES. Exemples d'idées déceptrices, 19. Il faut ſe défier de ſon imagination, & ne ſe rendre qu'à l'évidence, 17.

Indiſcernables: Du principe des indiſcernables, 28. Comment il découle de celui d'une raiſon ſuffiſante, 29. Il bannit toute matiére ſimilaire de l'Univers, *idem*.

Jurin. Raiſonnement de M. Jurin contre les Forces vives, 442. En quoi conſiſte le vice de ce raiſonnement, 443.

L

LIEU, définition du lieu, 108. Du lieu abſolu & du lieu rélatif, 109. Comment on détermine le lieu d'un Etre, 110.

Lune, comment M. Newton eſt parvenu à découvrir que la Lune en tournant autour de la Terre obſerve la ſeconde Loi de Kepler, 294.

M

MACHINES. Comment on connoît l'effort des Machines, & ce qu'elles peuvent produire d'effets, 416. Exemple de l'effort des Machines près de la Romaine, 417. Différence des Machines de guerre & de celles des Anciens, 446.

Mairan, (M. de) Examen de quelques endroits du Mé-

moire de M. de Mairan, contre les Forces vives, 429.
Masse des Corps, 232. Nous ne connoissons la masse réelle d'aucun corps, 209.
Modes, ce qu'on appelle Modes, 62. Leur possibilité découle de l'essence, mais non de leur actualité, *idem.*
Monades. Exposition du système de M. de Leibnits sur les Monades ou Elemens de la matiére, 131. Les Etres simples ou Monades n'ont point de parties, 134. Ni de figure, 135. La raison suffisante des Etres simples est dans Dieu, 135.
Matiére, quelles étoient selon les Anciens Philosophes les principes des choses, 129. Idée de Descartes sur les Elemens de la matiére, 130. Opinion nouvelle sur les Elemens, qui s'est formée de celle de Descartes, *idem.* Cette opinion est à peu près celle d'Epicure sur les Atômes, *idem.* Nous ne sçavons point quelle est la forme des parties indivisées de la Matiére, 201. Observations qui portent à admettre différens ordres de particules dans l'Univers, 202. L'étendue jointe à la Force d'inertie, est ce qu'on appelle *Matiére*, 159. Mais c'est improprement, car il faut ajoûter la Force motrice, qui est la raison suffisante de l'actualité du Mouvement, *idem.* De l'extrême subtilité de la matiére, 189. Les Corps contiennent deux sortes de matiéres, l'une qui agit & pése avec eux, l'autre qui n'agit ni ne pése, 192. Il n'y a point de matiére sans force, ni de force sans matiére, 156. *& suiv.*
Monde. Ce Monde-ci est le meilleur des Mondes possibles, 49.
Mouvement. Définition du Mouvement, 215. Trois sortes de Mouvement, *idem.* Du Mouvement absolu, *idem.* Du Mouvement rélatif commun, 216. Du Mouvement rélatif propre, *idem.* Exemples des différentes sortes de Mouvement, *idem.* 216. Pourquoi le rivage paroit s'enfuir, lorsqu'on s'en éloigne, 219. Loix générales du mouvement, 221. Ce qu'il faut

considérer dans le mouvement, 223. Il n'y a point de mouvement sans une vîtesse déterminée, 226. Du Mouvement uniforme, 227. Preuve de l'impossibilité du Mouvement perpétuel méchanique, 228. Nous ne connoissons point de Mouvement parfaitement égal, *idem.* Du Mouvement non uniforme, *idem.* Du Mouvement accéléré, 229. Du Mouvement retardé, *idem.* De la quantité du Mouvement, 236. De la détermination du Mouvement, 237. Du Mouvement simple, *idem.* Du Mouvement composé, 145. De la comparaison du Mouvement des corps, 231. Pourquoi nous ne nous apercevons point du Mouvement, lorsqu'il est trop lent ou trop prompt, 123. *& suiv.* Du tems pendant lequel le corps se meut, 226. Origine des Sophismes des Anciens contre le Mouvement, 182. *& suiv.* Le Mouvement seroit éternel dans le vuide, 225. De la communication du Mouvement, 240. De la résolution & de la composition du Mouvement, 250. Utilité de cette méthode, *idem.* Comment on connoît le chemin du mobile dans toutes les compositions du Mouvement, *idem.* Du Mouvement en ligne courbe, 252. Le Mouvement est toujours en ligne droite dans un instant infiniment petit, *idem.* Les Corps parcourent en tems égal toutes les cordes d'un Cercle, dont le diametre est perpendiculaire à l'horison, 347. Quel est le chemin du mobile, quand la force qui le pousse, est dirigée perpendiculairement vers l'horison, 388. ou lorsque cette force est dirigée perpendiculairement en en-haut, *idem.* Pourquoi les Corps que l'on jette perpendiculairement retombent au même lieu, *idem.* Quel est le chemin du mobile, lorsque la Force projectile fait un angle avec l'horison, 389.

N

NATURE. Ce qu'on doit entendre par *Nature*, 174. Fausse idée de quelques Philosophes, sur la Nature, *Idem.*
M. *Newton* faisoit la force des corps proportionelle à leur quantité de mouvement, 444. *& suiv.*

O

OR. Ce metal sert ordinairement de mesure comparative de la solidité des corps, 210.
Oscillation. Du centre d'Oscillation, 380. Du centre d'oscillation des Pendules simples, dont le fil est sans poids sensible, 381. Quel est le centre d'Oscillation d'un Pendule simple, quand le fil a un poids sensible, 282. Comment on connoit le centre d'oscillation d'un Pendule composé, 383.

P

PARABOLE. La ligne qu'un corps décrit quand il est jetté dans une direction oblique ou parallele à l'horison, est une Parabole, 391. & 392. Supposition nécessaire, pour que le chemin du projectile, soit une Parabole, 394. Dans l'air, la ligne que décrivent les corps projectés, devient une courbe très approchante de l'hiperbole 396. La Parabole que les projectiles décriroient dans un espace non resistant, est le fondement de l'art de l'Artillerie, 396.
Pesanteur. Définition de la pesanteur, 255. La gravité produit une force morte, ou une force vive, selon les circonstances dans lesquelles elle agit, 256. Opinion d'Aristote sur la pesanteur, *Idem.* La pesanteur appartient à tous les corps, 257. Différence entre la pesanteur des corps & leur poids, 276.

Maniére de connoître la pesanteur spécifique des différens corps, 277. La même cause produit la pesanteur des corps sur la Terre, & dirige la Lune dans son cours, 297. Démonstration de cette vérité, par le moyen mouvement de la Lune, comparé à la chute des corps, 298. Quelles sont les causes de la diminution de la pesanteur, 308. *& suiv.*

Pendule. Ce que c'est qu'un Pendule, 354. Quelle est la cause de ses vibrations. *Idem.* Des Pendules simples, 257. Des Pendules composés. *Idem.* Un Pendule feroit des Oscillations pendant toute l'Eternité, dans un milieu non résistant, sans les frottemens. *Idem.* Les Oscillations dans de très petits Arcs de Cercle inégaux, se font dans des tems sensiblement égaux, 359. Les viteſſes acquises par des Arcs inégaux, sont comme leurs sous-tendantes, *Idem.* Galilée est l'inventeur des Pendules, 360. Et M. Hughens, des Horloges à Pendule, *Idem.* Pourquoi M. Hughens imagina de faire osciller des Pendules dans des arcs de Cicloide, 363. Expérience de M. Richer sur le Pendule, 307. Conséquences qui naissent de cette expérience, *idem.* Expérience de M. Newton sur les oscillations des différens Pendules, 274. Vérités qui naissent de cette expérience, 275. Les Pendules dans leurs vibrations décrivent des arcs de Cercle, 356. Proportion entre le tems d'une oscillation, & celui de la chute verticale par la demie longueur du Pendule, 371. & 372. Les longueurs des Pendules sont entre elles comme les quarrés des oscillations dans des arcs semblables, 373. Longueur du Pendule qui bat les secondes à Paris, déterminée par M. Picard, *idem. & suiv.* Mesure universelle proposée par M. Hughens, 374. Ce qu'on appelle *pied horaire*, *idem.* Cette mesure ne peut être universelle, & pourquoi, 375. Comment on connoît la longueur du Pendule qui bat les secondes dans un lieu quelconque, par la seule force de la pe-

ſanteur, 378. C'eſt à cette longueur que les Académiciens qui ont été au Pole, & à l'Equateur, ont rapporté leurs obſervations ſur le Pendule, 379. Des Pendules compotés, *Idem.*

Penſée. La penſée ne peut etre l'attribut de la matiére, 66.

Phénoménes. Comment on doit rendre raiſon des Phénoménes, 175. Précaution à prendre dans l'explication méchanique des Phénoménes, 196.

Phiſique. L'étenduë de la Phiſique, nous conduit à la connoiſſance d'un Dieu, 83. Précis des preuves de cette grande vérité, *Idem.*

Place. Ce que l'on appelle place, 111.

Plans inclinés. Ils changent la direction des corps en s'oppoſant à leur chute, 337. La gravité reſpective, eſt à la gravité abſoluë dans un Plan incliné, comme la hauteur du Plan eſt à ſa longueur, 338. Du repos des corps ſur un Plan incliné, 339. Comment un corps peut être tenu en équilibre ſur un Plan incliné, *Idem.* Quelle proportion la force qui ſoûtient le corps ſur un Plan incliné, doit avoir au poids dans les différentes directions, *Idem.* Les viteſſes dans le Plan incliné, ſont aux viteſſes perpendiculaires en tems égal, comme la hauteur du Plan à ſa longueur, 345. Ainſi les corps tombent plus lentement dans un Plan incliné que par une ligne perpendiculaire, *Idem.* Les corps acquiérent dans les Plans inclinés, la viteſſe néceſſaire pour remonter à la même hauteur, dont ils ſont tombés, 353. De la chute des corps, par un Plan incliné, 342.

Plein. Trois principales objections contre le plein, auſquelles il eſt facile de répondre, 95.

Poſſible. Définition du poſſible & de l'impoſſible, 19. De quelle maniere l'entendement Divin eſt la ſource des poſſibles, 67. Différence entre poſſible & actuel, 26.

Poids. Fauſſe opinion ſur le poids des corps, 305. Le

poids des corps est comme leur masse, 276.
Pression. Toute pression produit ou une tendance au mouvement, ou une vitesse infiniment petite, 413.
Principe. Ce que c'est que principe, 16. Abus de ce mot par M. Descartes, 17.
Probabilité. Utilité des Probabilités dans la Physique, 47.
Puissance. De la comparaison des Puissances, 405. De l'équilibre des Puissances, 408. En quelle proportion les puissances qui sont en équilibre, doivent être entr'elles, 409. L'action de toute puissance peut se résoudre en deux autres puissances, 410. Preuve de l'égalité de l'Action & de la Réaction, par l'équilibre des puissances, *Idem & suiv.*

R

RAISON *suffisante.* Du principe d'une raison suffisante, 22. Il est le fondement de toutes les vérités contingentes, *Idem.* Absurdités qui naîtroient de la négation de ce Principe, *Idem.* Ce principe est la seule chose qui nous fasse discerner la veille, & le sommeil, 24. Archiméde a le premier employé ce principe dans la méchanique, 25. Mais c'est M. de *Leibnitz*, qui en a fait voir toute l'étenduë & toute l'utilité, *Idem.* Le principe d'une raison suffisante bannit de la Philosophie tous les raisonnemens à la scholastique, 27. Il est le fondement de la morale, 28.
Raréfaction. Causes de la Raréfaction, & de la Condensation, 212.
Repos. Du repos en général, 219. Du repos rélatif, *Idem* Du repos absolu, *Idem.* Exemple de ces deux sortes de repos, 220.

S

SANG. Observation singuliere sur nôtre Sang, 202.
Situation. Ce que c'est que situation. 111.
Solidité. Nous n'avons l'idée de la solidité que par le tact. 207.
Substance. De la substance, 70. Définition de la substance par les Scholastiques, 71. Idée de M. Locke, sur la substance. *Idem.* Véritable notion de la substance, 72. Tout Etre durable & modifiable est une substance, 73 Ni l'étenduë ni la force ne sont de véritables substances, 166.

T

TEMS. Analogie entre le tems & l'espace, 113. L'idée ordinaire que l'on se fait du tems est fausse. 114. Elle mene dans les mêmes difficultés que celle de l'espace pur, *Idem.* Le principe de la raison suffisante, prouve que le tems n'est rien hors des choses, *Idem.* Comment on vient à se former l'idée du tems comme d'un Etre absolu, qui existe indépendamment des Etres successifs, 115. Le tems n'est autre chose que l'ordre des coexistans, 119. Il est différent des Etres successifs, comme le lieu & le nombre différent des choses nombrées & coexistantes, *Idem. & suiv.* Mépriſe de M. de Crousas sur le tems, 125. Il y auroit un tems, quand même il n'y auroit pas de mouvement, *Idem.* Il faut distinguer avec soin le tems de ses mesures, *Idem.* Pourquoi l'on mesure le tems par le mouvement des corps extérieurs, 126. Il n'y a point de mesure du tems exactement juste, & pourquoi, 127. C'est la succession de nos idées, & non le mouvement des corps qui nous fait naitre l'idée du tems, 128.
Terre. Digression sur la Figure de la Terre, 309. La

forme actuelle de la Terre, dépend de la pesanteur primitive, & de la force centrifuge combinées, 310. Mais sa forme primitive a dépendu de la seule pesanteur, *Idem.* Messieurs Hughens & Newton croyoient la terre un sphéroïde aplati, 311. Les mesures de Messieurs Cassini donnoient un sphéroïde oblong, pour la forme de la Terre, 312. Les mesures des Académiciens qui ont été au Pole, donnent à la Terre la figure d'un sphéroïde aplati vers les Poles, 314. Les travaux des François ont fait naître les découvertes de M. Newton, *Idem.*

V

VIBRATION. (Ce que c'est qu'une), 356.
Viteſſe. Ce que l'on entend par *viteſſe abſoluë & viteſſe reſpective*, 231. De la viteſſe du mobile, 226. Les viteſſes acquiſes à la fin de la chute perpendiculaire, & de la chute oblique, ſont égales; mais les tems de ces chutes ſont inégaux, 349.
Univers. Les imperfections des parties contribuent à la perfection du tout dans cet Univers, 49. Tout eſt lié l'un à l'autre dans cet Univers, 141.
Vaiſſeau. Pourquoi le Roulis d'un Vaiſſeau cauſe des vomiſſemens, 241.
Vuide. Le principe de la raiſon ſuffiſante bannit le vuide de l'Univers, 92.

Z

ZENON. De l'Achille de Zenon 183.

Fin de la Table des Matiéres.

APPROBATION.

J'Ai lû, par ordre de Monseigneur le Chancelier, un Manuscrit qui a pour titre : *Institutions de Physique*, cet Ouvrage dans lequel on a exposé les principes de la Philosophie de M. Leibnits & ceux de M. Newton, est écrit avec beaucoup de clarté, & je n'y ai rien trouvé qui puisse en empêcher l'Impression. A Paris ce 18. Septembre 1738. *Signé*, PITOT.

PRIVILEGE DU ROY.

LOUIS, par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre : A nos amés & féaux Conseillers les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand Conseil, Prévôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils & autres nos Justiciers qu'il appartiendra ; SALUT. Notre bien amé LAURENT-FRANÇOIS PRAULT, fils, Libraire à Paris, Nous ayant fait remontrer qu'il souhaiteroit faire imprimer & donner au Public un Manuscrit qui a pour titre, *Institutions de Physique* : S'il nous plaisoit lui accorder nos Lettres de Privilége sur ce nécessaires ; offrant pour cet effet de le faire imprimer en bon papier & beaux caractéres, suivant la feuille imprimée & attachée pour modéle sous le contre-scel des Présentes : A CES CAUSES, voulant traiter favorablement ledit Exposant, Nous lui

lui avons permis & permettons par ces Préſentes, de faire imprimer ledit Ouvrage ci-deſſus ſpécifié en un ou pluſieurs Volumes, conjointement ou ſéparement, & autant de fois que bon lui ſemblera, & de le vendre, faire vendre & débiter par tout notre Royaume pendant le temps de ſix années conſécutives, à compter du jour de la date deſdites Préſentes; Faiſons défenſes à toutes ſortes de perſonnes de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangére dans aucun lieu de notre obéiſſance; comme auſſi à tous Libraires, Imprimeurs & autres, d'imprimer, faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter, ni contrefaire ledit Ouvrage ci-deſſus expoſé, en tout ni en partie, ni d'en faire aucuns Extraits ſous quelque prétexte que ce ſoit d'augmentation, correction, changement de titre, même de traduction étrangére ou autrement, ſans la permiſſion expreſſe & par écrit dudit Expoſant ou de ceux qui auront droit de lui, à peine de confiſcation des Exemplaires contrefaits, de trois mille livres d'amende contre chacun des contrevenans, dont un tiers à nous, un tiers à l'Hôtel Dieu de Paris, l'autre tiers audit Expoſant, & de tous dépens, dommages & intérêts, à la charge que ces Préſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris, dans trois mois de la date d'icelles; que l'impreſſion de cet Ouvrage ſera faite dans notre

tre Royaume & non ailleurs ; & que l'Impetrant se conformera en tout aux Réglemens de la Librairie, & notamment à celui du dixiéme Avril mil sept cent vingt-cinq, & qu'avant que de l'exposer en vente, le Manuscrit ou Imprimé qui aura servi de Copie à l'impression dudit Ouvrage, sera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée, ès mains de notre très-cher & féal Chevalier le Sieur Daguesseau, Chancelier de France, Commandeur de nos Ordres ; & qu'il en sera ensuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliotheque Publique, un dans notre Château du Louvre, & un dans celle de notredit très-cher & féal Chevalier le Sieur Daguesseau, Chancelier de France, Commandeur de nos Ordres ; le tout à peine de nullité des Présentes ; du contenu desquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir l'Exposant ou ses ayans cause pleinement & paisiblement, sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement : Voulons que la Copie desdites Présentes, qui sera imprimée tout au long au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, soit tenue pour dûement signifiée, & qu'aux Copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conseillers & Secretaires, foi soit ajoûtée comme à l'Original ; commandons au premier notre Huissier ou Sergent de faire pour l'exécution d'icelles tous Actes requis & nécessaires sans demander autre permission, & nonobstant Clameur de Haro, Charte Normande & Lettres à

ce

ce contraires : Car tel eſt notre plaiſir, donné à Paris le quatorziéme jour d'Avril, l'An de grace mil ſept cent quarante, & de notre Régne le vingt-cinquiéme. Par le Roy en ſon Conſeil.

Signé, SAINSON.

Régiſtré ſur le Regiſtre dix de la Chambre Royale des Libraires & Imprimeurs de Paris N°. 357. *Fol.* 346. *conformément aux anciens Reglemens, confirmés par celui du* 28. *Février* 1723. *A Paris le* 21. *Avril* 1740.

Signé, SAUGRAIN, Syndic.

A PARIS. De l'Imprimerie de PRAULT pere.

CATALOGUE

DES LIVRES QUI SE VENDENT à Paris chez PRAULT fils, Libraire, Quay de Conty, vis-à-vis la descente du Pont-neuf, à la Charité, 1740.

De Monsieur DE VOLTAIRE.

LA Henriade, Poëme, derniere édition, considérablement augmentée & corrigée, 1737. in-8°.
Elemens de la Philosophie de Newton, seconde édition, *marquée de Londres*, in-8°. *figures.*
La Vie de Moliere, avec des Jugemens sur ses Ouvrages, 1739. in-12.
Oedipe, *Tragedie*, in-8°.
Herode & Marianne, *Tragedie*, in-8°.
Brutus, *Tragedie*, in-8°.
L'Indiscret, *Comedie*, in-8°.
L'Enfant Prodigue, *Comedie*, in-8°.

De Monsieur DE CREBILLON *fils.*

Lettres de la Marquise de M**, au Comte de R**, nouvelle édition, à laquelle on a joint le Silphe, du même Auteur, 2. vol. in-12.
Les Egaremens du Cœur & de l'Esprit, ou les Mémoires de M. de Meilcourt, 1738. 3. *Parties*, in-12.

De Monsieur l'Abbé PREVOST.

Le Philosophe Anglois, ou la vie de M. de Clevand, nouvelle édition, 8. vol. in-12. les trois derniers volumes se vendent séparément.

Mémoires & Avantures d'un homme de qualité qui s'eſt retiré du monde, 1732. 7. *vol.* in-12. le ſeptiéme ſe vend ſéparément.

De Monſieur DE MARIVAUX.

La Vie de Marianne, ou les Avantures de Madame la Comteſſe de M***. 8. *Parties* in-12. *elles ſe vendent ſéparément.*

Le Payſan parvenu ou les Mémoires de M***. 1736. cinq *Parties* in-12. *elles ſe vendent ſéparément.*

Le Spectateur François, 1728. 2. vol. in-12.

De Monſieur DE MONCRIF, *de l'Académie Françoiſe.*

Eſſay ſur la néceſſité & ſur les moyens de plaire, ſeconde édition, 1738. in-12.

Les Ames rivales, hiſtoire fabuleuſe, & le Temple de Gnide, nouvelle édition, 1739. in-12.

De différens Auteurs.

Hiſtoire de la Poëſie Françoiſe, avec une défenſe de la Poëſie, *par M. l'Abbé* MASSIEU, de l'Académie Françoiſe, 1739. in-12.

Les Oeuvres de M l'Abbé DE PONS, contenant divers excellens Ouvrages de belles Lettres, 1738. in-12.

Remarques de Vaugelas ſur la Langue Françoiſe, avec les Notes de Thomas Corneille, nouvelle édition, augmentée de celles de M. Patru, 1738. 3. vol. in-12.

Dictionnaire Italien, Latin, & François, *par M. l'Abbé* ANTONINI, 1738. in-4°. *le Tome ſecond contenant le Dictionnaire François Italien, ſous preſſe.*

Le Siége de Calais, nouvelle Hiſtorique, 1739. in-12. troiſiéme édition.

La Payſanne parvenuë, ou les Mémoires de Madame la Marquiſe de L. V. *par M. le Chevalier* DE MOUY, 1738. *douze Parties*, in-12. *figures.*

Le Diable Boiteux, *par M.* LE SAGE, nouvelle édition 1737. 2. vol. in-12. *figures.*

Les Oeuvres de Madame de Villedieu, nouvelle édition, 12. vol. in-12. *ſous preſſe.*

Inſtitutions de Phyſique, 1740. in-8°. *figures.*

Mémoires de M. DU GUAY-TROUIN, 1740. in-4°.

Hiſtoire des Incas du Perou, nouvelle Traduction de l'Eſpagnol de GARCILLASSO DE LA VEGA, ornée de *Cartes* & de *Figures*, 1739. 2 vol. in-8°. *ſous preſſe.*

La Vie du Pape Sixte cinq, traduit de l'Italien de Gregorio Leti, 1737. 2 vol. in-12. *figures.*

Traité de Muſique Theorique & Pratique, *par M.* RAMEAU, 1737. in-8°. *figures,*

Ouvrages imprimés à Trevoux.

LE Dictionnaire critique & hiſtorique, *de M.* BAYLE, 1734. 5 vol in-fol.

Oeuvres diverſes *du même*, édition augmentée de pluſieurs Ouvrages de cet Auteur qui n'ont point encore paru, 1737. 4 vol. in-fol. *On trouve du tome quatriéme ſéparément.*

DuDroit de la Nature & des Gens, *par* PUFFENDORF, avec les Commentaires de M. DE BARBEYRAC, 1739. 3 vol. in-4°.

Les Devoirs de l'homme & du Citoyen par le même 2. vol. in-12. 1740.

Hiſtoire des Révolutions d'Angleterre, depuis le commencement de la Monarchie, *par le P.* DORLEANS, 1737. 4. vol. in-12. *figures.*

Les intereſts preſens des Puiſſances de l'Europe, *par M.* ROUSSET, 1737. 17. vol. in-12.

L'Hiſtoire d'Angleterre, *par M.* RAPIN THOIRAS, tomes 11. 12. & 13. 1737. in-4°.

Memoires de M. le Maréchal DE VILLARS, derniere édition, 1739. 3 vol. in-12.

Memoires de M. le Maréchal Duc DE BERWICK, 1738. 2. vol. in-12.

Les Eſſais de Michel, Sieur DE MONTAGNE, nouvelle édition, 1739. 6 vol. in-12.

Lettres galantes de Madame DU NOYER, nouvelle édition, à laquelle on a joint les Memoires, 1738. 6. vol. in-12.

Les Poëſies de M. l'Abbé de Chaulieu, & du Marquis de la Farre, nouvelle édition, 2. vol. in-8°. 1739.

THEATRES.

Le Théatre François, ou Recüeil des meilleures Pièces de l'ancien Théatre, 1737. 12. vol. in 12.

LesOeuvres deRacine, dern.Edit. 1736. 2.vol. in-12. *figures.*

Le Théatre de Quinault, nouvelle édition, 1739. 5. vol. in-12.
Oeuvres de Campiſtron, nouvelle édition, 1739. 2. vol.
Le Théatre de M. de Montfleury, pere & fils, nouvelle édition, 1739. 3. vol. in-12.
Oeuvres de Champmeſlé, 1735. 2. vol. in-12.
Oeuvres de Renard, derniere édition, 1731. 5. vol. in-12.
Théatre de Legrand, derniére édition, 1731. 4. vol. in-12.
Oeuvres de M. de Crebillon, derniere édition, 1735. 2. vol. in-12.
Oeuvres de Théatre de M. Nericault Deſtouches, 1736. 3. vol. in-12.
Le Théatre François & Italien de M. de Boiſſy, 6. vol. in-8°.
La Bibliotheque des Théatres, 1733. in-8°.
Le Théatre de M. Piron, un volume in-8°. contenant,

Les Fils ingrats, *Comedie.*
Caliſtenes, *Tragedie.*
Guſtave, *Tragedie.*
Les Courſes de Tempé, *Paſtorale.*
La Métromanie, *Comedie.*

Toutes ces Pieces ſe vendent ſéparement.

Le nouveau Théatre François, ou Recueil des meilleures Piéces repréſentées depuis quelques années, 1739. 3. vol. in-8°. contenant,

Tome premier.

Sabinus, *Tragedie.*
Abenſaïd, *Tragedie.*
Les Amans déguiſés, *Comedie.*
Pharamond, *Tragedie.*
Le Retour de Mars, *Comedie.*

Tome ſecond.

Teglis, *Tragedie.*
Childeric, *Tragadie.*
Les Caractéres de Thalie, *Comedie.*
Liſimachus, *Tragedie.*
Le Fat puni, *Comedie.*

Tome troiſiéme.

Médus, *Tragedie.*
Le Somnambule, *Comedie.*
Mahomet II. *Tragedie.*
Bajazet premier, *Tragedie.*

Toutes ces Piéces ſe vendent ſéparement.

ERRATA.

PAge 17. ligne 22. l'incertitude , *lif.* la certitude. P. 19. l. 23. un triangle , *lif.* Biangle. P. 60. l. 6. pourque , *lif.* pourquoi. *Idem* l. 9. on y peut, *lif.* on n'y peut. *Idem* l. 10. d'ou les déterminations , *lif.* d'ou ces déterminations. P. 83. l. 25. remplis , *lif.* rempli. P. 94, l. 21. du limite, *lif.* des limites. P. 96. l. 18. or le, *lif.* or ce. P. 97. l. 12. ſi nous, *lif.* ſi nous nous. P. 102. l. 25. or ſi les corps, *lif.* or ſi ces corps. *Idem.* contigus , *lif.* continus. P. 103. l. 11. des coexiſtances, *lif.* des coéxiſtans. P. 117. l. 21. pour ſe , *lif.* pour le. P. 120. l. 4. un aggrégé , *lif.* un aggregat. P. 126. l. 2. exterieures , *lif.* extérieurs. P. 127. l. 19. d'une Pendule, *lif.* d'un Pendule. P. 135. l. 7. car toutes les , *lif.* car toutes ces. P. 136. l. 2. des Eſtres, *lif.* de ces Eſtres. *Idem* l. 6. Dieu n'a pu, *lif.* car Dieu n'a pu. *Idem.* l. 7. car il faut , *lif.* & cela , parce qu'il faut. *Idem.* l. 9. les parties , *lif.* ces parties. P. 137. l. 28. Entre cette , *lif.* Outre cette. P. 145. l. 27. toute claire , *lif.* très-claire. P. 148. l. 20. meabilité , *lif.* malleabilité. P. 149. l. 21. diſtinguons , *lif.* diſtinguions. *Idem* l. 26. que de la , *lif.* que la. *Idem.* l. 27. l'aſſemblage , *lif.* de l'aſſemblage. P. 155. l. 23. tendante , *lif.* tendance. P. 160. l. 27. & 28. la nature , *lif.* l'eſſence. P. 162. l. 3. les trois , *lif.* ces trois. P. 163. l. 26. anterieurs, *lif.* extérieurs. P. 166. l. 12. la force , *lif.* la ſource. P. 180. l. 21. A B. *lif.* A D. & l. 22. A D. *lif.* A B. *Idem.* l. 25. point D. *lif.* point B. P. 183. l. 6. de tous les , *lif.* de tous ces. P. 194. l. 25. (§. 149.) *lif.* (§ 160.) P. 195. l. 28. les effets, *lif.* ces effets. *Idem* l. 15. nous ne devons point, *lif.* nous ne devons donc point. P. 198. l. 28. ces qualités , *lif.* ainſi ces qualités. P. 200. *titre du Chap.* 10. de corps , *lif.* des corps. P. 203. l. 11. du premier corps, *lif.* ou premiers corps. P. 210. l. 28. quoiqu'il y ait , *lif.* or quoiqu'il y ait. *Idem* l. 30. *ôtez* car. P. 216. l. 26. dans un , *lif.* dans ce. P. 217. l. 11. de la poupe à la proüe , *lif.* de la proüe à la poupe. P. 220. l. 10. les corps , *lif.* ces corps. *Idem.* l. 13. marchent , *lif.* marchant. P. 226. l. 20. parcoure , *lif.* parcourt. P. 234. l. 31. à certain , *lif.* à un certain. P. 237. l. 7. & 8. le réſultat de toutes les parties , *lif.* le reſultat du mouvement de toutes les parties. *Idem* l. 13. & 14. mouvent , *lif.* meuvent. P. 238. l. 21. momens , *lif.* mouvemens. *Idem* l. 22. venir , *lif.* devenir. P. 248. l. 15. ou de , *lif.* outre. P. 254. l. 6. accelerative , *lif.* accélératrice. P. 261. l. 17. égale , *lif.* égal. P. 270. lig. 9. n'arrivera , *lif.* il n'arrivera. *Idem* l. 11. premiere , *lif.* deuxiéme. *Idem* l. 22. dans la même raiſon , *lif.* dans la même raiſon inverſe. P. 271. l. 19. dans la même proportion dans laquelle , *lif.* dans une proportion inverſe de celle dans laquelle. P. 275. l. 3. (§. 445.) *lif.* (§. 443.) P. 287. l. 12. leur lieu , *lif.* mais leur lieu. P. 289. l. 25. & ſur ſa , *lif.* & ſur leur. P. 297. l. 8. *ôtez* ainſi, *Idem* l. 9. *ôtez* donc. *Idem.* l. 24. de diſtance, *lif.* de la diſtance. P. 308. l. 19. de la latitude , *lif.* de latitude. P. 310. l. 3. car la , *lif.* car cette. P. 319. l. 29. la Terre, *lif.* la Lune. P. 321. l. 9. qu'il, *lif.* qu'elle. P. 324. l. 3. Frenid, *lif.* Freind. P. 326. l. 6. l'on fait , *lif.* l'on en fait. P. 327. l. 20. longueur , *lif.* largeur. P. 331. l. 27. elle ſeule ,

lif. cela ſeul, P. 336. mettez en marge vers le milieu de la §. 402. planche 7. fig. 35. P. 337. l. 25. comme la longueur du Plan eſt à ſa hauteur, *lif.* comme la hauteur du Plan eſt à ſa longueur. P. 338. l. 3. (§. 401.) *lif.* (§. 402.) *Idem* l. 26. & 27. la gravité deviendroit, *lif.* la gravité reſpective deviendroit. P. 340. l. 13. à la gravité, *lif.* à ſa gravité. P. 341. à la marge, vis-à-vis la §. 417. fig. 46. *lif.* planche 8. fig. 46. P. 356. l. 16. dont j'ai parlé, *lif.* dont j'ai parlé, §. 328. P. 367. la figure 61. eſt très-mal faite, elle eſt renverſée, & la tangente eſt mal tirée. P. 368. l. 4. D. F. O. *lif.* F. H. O. *Idem.* vis-à-vis cette l. 4. mettez fig. 62. P. 370. l. 4. M. Jean Bernoulli, ce fameux Mathématicien, *lif.* le fameux Mathématicien Jean Bernoulli. P. 375. l. 12. par tous, *lif.* pour tous. *Idem* l. 22. & en rapportant, *lif.* & rapporter. P. 383. l. 9. en o. un ſecond poids R. *lif.* en q. un ſecond poids B. *Idem* l. 21. & 22. que le poids R. attaché en o. *lif.* que le poids B. attaché en Q. P. 384. l. 6. C. B. *lif.* C. R. *Idem* l. 10. C. B. *lif.* C. R. *Idem* l. 20. P. & R. *lif.* P. & B. *Idem* l. 21. au point Q. *lif.* au point o. P. 389. l. 21. (§. 286.) *lif.* (§. 289.) P. 390. l. 8. (§. 234.) *lif.* (§. 235.) premiere l. de la Note de la page 393. comme la figure, *lif.* comme la ligne. P. 423. l. 2. infini, *lif.* fini. P. 426. l. 14. tout au contraire, *lif.* tout le contraire. P. 428. l. 6. étrangéres, *lif.* étranges. P. 430. l. 30. par voix, *lif.* par voie. P. 434. l. 17. & 18. quatre fois plus, *lif.* quatre fois plus de force. *Idem* l. 29. animales, *lif.* animées. P. 440. l. 9. à la diſtence, *lif.* à la détente. P. 446. l. 5. inébranlable; *lif.* la même. P. 448. l. derniere, déterminer & eſtimer, *lif.* déterminer à eſtimer. P. 449. l. 15. & cette force. *lif.* mais cette force. *Idem* l. 18. car il eſt aiſé, *lif.* & il eſt aiſé. P. 62. Note marginale, mais non de leur actualité, *retranchez* de. P. 64. premiere Note marginale, ces eſſences, *lif.* les eſſences. P. 73. ſeule Note marginale, & modifiable, *lif.* & modificable. P. 257. premiere Note marginale, à tous les corps, *lif.* à tous les corps ſenſibles. P. 326. ſeule Note marginale, ſur la loy qui fait, *lif.* ſur la loy qui ſuit. P. 352. Note marginale, les corps ſuivent dans les courbes, *lif.* les corps ſuivent, en tombant par des courbes. P. 409. ſeule Note marginale, en quel proportion, *lif.* en quelle proportion. P. 415. ſeconde Note marg. la meſure de cet Element de viteſſe, *lif.* la meſure de l'Element de la force vive. P. 417. ſeule Note marginale près, *lif.* prix. P. 424. premiere Note marg. tirées *lif.* tirée.